



Schlussbericht zum Thema

Etablierung autochthoner Raubmilbenarten auf
Praxisflächen von Hopfenbaubetrieben über eine
alternative Form des Managements, insbesondere durch
Anlage einer winterharten Untersaat in den Fahrgassen
zur Überwinterung der Nützlinge, um eine nachhaltige
Spinnmilbenkontrolle im Be-stand zu erreichen

FKZ: 2815NA131

**Projektnehmer: Bayerische
Landesanstalt für Landwirtschaft
(LfL)**

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung
und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des
Deutschen Bundestages im Rahmen des
Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere
Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) hat sich zum Ziel gesetzt, die Rahmenbedingungen für die ökologische und nachhaltige Land- und Lebensmittelwirtschaft in Deutschland zu verbessern. Es wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanziert und in der BÖLN-Geschäftsstelle in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in Bonn in die Praxis umgesetzt. Das Programm untergliedert sich in zwei ineinandergreifende Aktionsfelder, den Forschungs- und den Informationsbereich.

Detaillierte Informationen und aktuelle Entwicklungen finden Sie unter
www.bundesprogramm.de

Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an:

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft
Deichmanns Aue 29
53179 Bonn
Tel: 0228-6845-3280
E-Mail: boeln@ble.de

**Etablierung autochthoner Raubmilbenarten
auf Praxisflächen von Hopfenbaubetrieben
über eine alternative Form des Managements,
insbesondere durch Anlage einer winterharten
Untersaat in den Fahrgassen zur Überwinte-
rung der Nützlinge, um eine nachhaltige
Spinnmilbenkontrolle im Bestand zu erreichen**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BÖLN-Forschungsvorhaben 2815NA131



**Abschlussbericht
zum 31. März 2021**

Projektförderung: Bundesministerium Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)
Förderkennzeichen: 2815NA131
Geschäftszeichen: 312-06.01-2815NA131
Projektlaufzeit: 01.02.2018 – 31.03.2021

Projektleiter: Dr. Florian Weihrauch

Projektbearbeiter: Maria Obermaier

Hüll, den 29. März 2021

Inhalt

1	Einleitung.....	15
1.1	Gegenstand des Forschungsvorhabens	15
1.2	Ziele und Aufgabenstellung, Bezug des Vorhabens zu Zielen des BÖLN .	15
1.2.1	Aktualität der Fragestellung/ Politische und gesellschaftliche Forderungen	16
1.3	Planung und Ablauf des Projekts	17
2	Wissenschaftlicher und technischer Stand	19
3	Material und Methoden	21
3.1	Versuchsstandorte	21
3.2	Versuchsaufbau	21
3.3	Meteorologische Daten.....	23
3.4	Untersaaten.....	23
3.5	Raubmilbeneinsatz	24
3.5.1	<i>Typhlodromus pyri</i>	24
3.5.2	<i>Phytoseiulus persimilis</i> und <i>Neoseiulus californicus</i> (Raubmilben-Mix) ..	25
3.5.3	<i>Amblyseius andersoni</i>	27
3.6	Berlese-Bonitur.....	28
3.7	Blattbonitur	29
3.8	Qualitäts- und Ertragsermittlung	29
3.8.1	Ertragsermittlung	30
3.8.2	Qualitätsermittlung	30
3.9	Datenlogger-Einsatz	30
3.10	Statistik.....	32
4	Ergebnisse.....	33
4.1	Benzendorf	33
4.2	Laipersdorf.....	35
4.2.1	Blattbonitur Laipersdorf 2018	35
4.2.2	Ertrag und Qualität Versuchsernte Laipersdorf 2018	35
4.2.3	Blattbonitur Laipersdorf 2019 und 2020.....	37
4.3	Oberulrain	38
4.3.1	Blattbonitur Oberulrain 2018.....	38
4.3.2	Ertrag und Qualität Versuchsernte Oberulrain 2018	39
4.3.3	Blattbonitur Oberulrain 2019	42
4.3.4	Ertrag und Qualität Versuchsernte Oberulrain 2019	44

4.3.5	Blattbonitur Oberulrain 2020	47
4.3.6	Ertrag und Qualität Versuchsernte Oberulrain 2020	48
4.4	Starzhausen	51
4.4.1	Blattbonitur Starzhausen 2018	51
4.4.2	Ertrag und Qualität Versuchsernte Starzhausen 2018	51
4.4.3	Blattbonitur Starzhausen 2019	53
4.4.4	Ertrag und Qualität Versuchsernte Starzhausen 2019.....	55
4.4.5	Blattbonitur Starzhausen 2020	56
4.4.6	Ertrag und Qualität Versuchsernte Starzhausen 2020.....	57
4.5	Ursbach.....	59
4.6	Raubmilben	61
4.6.1	Berlese-Bonitur.....	61
4.6.2	Blattbonitur	63
4.7	Datenlogger	64
5	Diskussion.....	65
5.1	Auswertung der einzelnen Standorte	65
5.1.1	Raum Hersbruck (Versuchsstandorte Benzendorf und Laipersdorf)	65
5.1.2	Oberulrain	65
5.1.3	Starzhausen	66
5.1.4	Ursbach.....	68
5.2	Effekte der Untersaat	68
5.2.1	Überwinterung der Raubmilben in der Untersaat	68
5.2.2	Verbesserung des Mikroklimas im Hopfengarten.....	68
5.3	Etablierung von Raubmilbenpopulationen im Hopfengarten.....	69
6	Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	70
7	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten und tatsächlich erreichte Zielen.....	71
7.1	Weiterführende Fragestellungen	71
8	Zusammenfassung	73
9	Literaturverzeichnis.....	74
10	Öffentlichkeitsarbeit	77
10.1	Vorträge.....	77
10.2	Veröffentlichungen	78
10.3	Presseberichte zum Forschungsvorhaben	79
11	Anhang	80

11.1	Meteorologische Daten.....	80
11.1.1	Witterungsdaten 2018	80
11.1.2	Witterungsdaten 2019	81
11.1.3	Witterungsdaten 2020	83
11.2	Termine der Blattbonituren	85

Abkürzungsverzeichnis

<i>A. andersoni</i>	<i>Amblyseius andersoni</i> (Raubmilbenart)
FR	Frostruten (Wein)
HKS	Herkules (Hopfensorte, Hochalpha)
HTR	Hallertauer Tradition (Hopfensorte, Aroma)
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LWG	Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
PER	Perle (Hopfensorte, Aroma)
<i>N. californicus</i>	<i>Neoseiulus californicus</i> (Raubmilbenart)
<i>P. persimilis</i>	<i>Phytoseiulus persimilis</i> (Raubmilbenart)
SIR	Saphir (Hopfensorte, Aroma)
<i>T. pyri</i>	<i>Typhlodromus pyri</i> (Raubmilbenart)
<i>T. urticae</i>	<i>Tetranychus urticae</i> (Gemeine Spinnmilbe)
VG	Versuchsglied
WS	Winterschnitt (Wein)

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abbildung 1: Balkendiagramm zum Arbeitsplan der Projektdurchführung.....	18
Abbildung 2: a) Frostruten wurden aus einem Weinberg bei Veitshöchheim geholt und b) kleinere Stücke davon auf die Hopfenreben verteilt.....	24
Abbildung 3: a) Bohnenblatt in der Hopfenrebe; b) Befüllung von Teebeuteln mit Streuware c) Befestigung der vorbereiteten Tütchen an der Hopfenrebe	26
Abbildung 4: a) Streuware auf einem Hopfenblatt, portionsweise von Hand ausgestreut b) Raubmilben-Tütchen im Hopfen an Blattachseln aufgehängt	27
Abbildung 5: a) Berlese-Apparatur mit 18 Trichtern pro Tisch. Das Pflanzenmaterial wird auf Drahtgittern im Trichter abgelegt. Bei geschlossenem Deckel befindet sich je eine Glühbirne über dem Zentrum eines Trichters. b) Mischprobe der Untersaaten einzelner Parzellen in den Trichtern der Berlese-Apparatur	28
Abbildung 6: Befestigung eines Datenloggers an der Hopfenrebe, weitgehend geschützt vor direktem Regen und direkter Sonneneinstrahlung	31
Abbildung 7: Position der Datenlogger im Versuchshopfengarten Starzhausen, Saison 2019	32
Abbildung 8: Ergebnisse der Blattbonitur Benzendorf 2018: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt (n=120), zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant.....	33
Abbildung 9: Ergebnisse der Blattbonitur Benzendorf 2019: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt (n=120), zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant.....	34
Abbildung 10: Ergebnisse der Blattbonitur Benzendorf 2020: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt (n=120); zu keinem der fünf Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant	34
Abbildung 11: Ergebnisse der Blattbonitur Laipersdorf 2018: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt (n=120), zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant	35
Abbildung 12: Ertrag und α -Säure-Gehalt der Versuchsernte am Standort Laipersdorf, zwischen den Behandlungsvarianten zeigen sich jeweils keine signifikanten Unterschiede	36
Abbildung 13: Doldenbonitur Laipersdorf (je Parzelle 4x500 Dolden ausgezählt), Darstellung des Doldenschadens der jeweiligen Parzellen.....	37
Abbildung 14: Ergebnisse der Blattbonitur Laipersdorf 2019: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt (n=120), zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant	37

Abbildung 15: Ergebnisse der Blattbonitur Laipersdorf 2020: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt (n=120), zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant	38
Abbildung 16: Ergebnisse der Blattbonitur Oberulrain 2018: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt (n=120) in den sechs VG zu den Boniturterminen. Die beiden grauen Pfeile zeigen die Zeitpunkte (19. und 27.07.2018), zu denen jeweils ein Parzellenblock überspritzt wurde, um eine Ausbreitung des Spinnmilbenbefalls auf benachbarte Flächen zu unterbinden. Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen zeigen sich nur am 27.06.2018 zwischen den beiden Varianten des Raubmilbenmix und am 11.07.2018 zwischen der Variante Raubmilbenmix (Bohnenblätter) und den Varianten Kontrolle, Raubmilbenmix (Mini-AirBug) und A. andersoni (jeweils einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).	39
Abbildung 17: Ertrag [dt/ha] und Alphasäuregehalt [%] der Versuchsernte 2018 am Standort Oberulrain; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Ergebnisse der Parzellen unterscheiden sich signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$)	40
Abbildung 18: Alphasäureertrag [kg/ha] der Versuchsernte Oberulrain 2018; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Ergebnisse der Parzellen unterscheiden sich signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$)	41
Abbildung 19: Doldenbonitur Oberulrain 2018, Darstellung des Doldenschadens der geernteten Parzellen	42
Abbildung 20: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Oberulrain: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt, zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die Behandlungsvarianten signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$). Bei Variante 4 (T. pyri (FR), Rohrschwengel) gibt es einen Ausreißer, wodurch sowohl die durchschnittliche Anzahl an Spinnmilben/Blatt wie auch die Standardabweichung bei Variante 4 deutlich erhöht.	43
Abbildung 21: Ergebnis der Vor-Ernte-Bonitur in Oberulrain am 10.09.2019: Anzahl der Spinnmilben bzw. Spinnmilbeneier pro Blatt in den einzelnen Ernteparzelle, es wurde der Mittelwert aller beprobten Blätter einer Parzelle gebildet; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Werte unterscheiden sich signifikant voneinander (schwarz: Spinnmilben, grau: Spinnmilbeneier). (Die Standardabweichung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht angezeigt.)	44
Abbildung 22: Ertrag [dt/ha] und Alphasäuregehalt [%] der Versuchsernte 2019 am Standort Oberulrain; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Ergebnisse der Parzellen unterscheiden sich signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$)	45

Abbildung 23: Ermittlung des Alphasäureertrags [kg/ha] der Versuchsernte Oberulrain 2019. Die Parzellen unterscheiden sich nicht signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).	46
Abbildung 24: Doldenbonitur Oberulrain 2019, Darstellung des Doldenschadens der geernteten Parzellen. Die Schädigung der Dolden der Praxisparzellen ist signifikant geringer als in den Versuchspartzen, innerhalb des Versuchs sind 2b und 3b signifikant weniger durch Spinnmilbenbefall geschädigt als die Kontrolle.	47
Abbildung 25: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Oberulrain: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt zu den einzelnen Boniturterminen ($n=120$). Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen zeigen sich nur beim ersten und letzten Boniturtermin: Am 17.06.2020 unterscheiden sich VG 2 und 4 voneinander. Am 26.08.2020 liegt der Spinnmilbenbefall der Kontrolle signifikant höher als der aller behandelten VG.	48
Abbildung 26: Ertrag [dt/ha] und Alphasäuregehalt [%] der Versuchsernte 2020 am Standort Oberulrain; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Ergebnisse der Parzellen unterscheiden sich signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).	49
Abbildung 27: Ermittlung des Alphasäure-Ertrags [kg/ha] der Versuchsernte Oberulrain 2020. Die Parzellen unterscheiden sich nicht signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).	50
Abbildung 28: Doldenbonitur Oberulrain 2020, Darstellung des Doldenbefalls der geernteten Parzellen. Die Schädigung der Dolden der Praxisparzellen ist signifikant geringer als in den Versuchspartzen der VG 4, 5 und 6. Auch die Schädigung der Kontrollparzelle fällt geringer aus als die Doldenschädigung durch Spinnmilbe für die Parzellen 4c und 6c.	50
Abbildung 29: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Satrzhausen 2018. Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen zeigen sich nur am 31.07.2018 und am 13.08.2018, wobei die Variante Raubmilbenmix, Grünland, (gekennzeichnet mit *) einen signifikant niedrigeren Spinnmilbenbefall aufweist als die Varianten Kontrolle und T. pyri, Raubmilbenmix bzw. Kontrolle und T. pyri, Erdbeeren (jeweils einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).	51
Abbildung 30: Ertrag [dt/ha] und Alphasäuregehalt [%] der Versuchsernte 2018 am Standort Starzhausen; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Ergebnisse der Parzellen unterscheiden sich signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).	52
Abbildung 31: Doldenbonitur Starzhausen 2018, Darstellung des Doldenschadens der geernteten Parzellen.	53

Abbildung 32: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Starzhausen: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt, zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die Behandlungsvarianten signifikant.....	54
Abbildung 33: Ergebnis der Vor-Ernte-Bonitur Starzhausen am 10.09.2019: Anzahl der Spinnmilben bzw. Spinnmilbeneier pro Blatt in den einzelnen Ernteparzelle; die Parzellen unterscheiden sich statistisch nicht voneinander (Die Standardabweichung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht angezeigt).....	54
Abbildung 34: Ertrag [dt/ha] und Alphasäuregehalt [%] der Versuchsernte 2019 am Standort Starzhausen; die mit * gekennzeichnete Parzelle 4c unterscheidet sich signifikant von den übrigen Parzellen (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,01$).....	55
Abbildung 35: Doldenbonitur Starzhausen, Darstellung des Doldenschadens der geernteten Parzellen	56
Abbildung 36: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Starzhausen 2020: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt zu den einzelnen Boniturterminen (n=120). Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen zeigen sich nur beim ersten und letzten Boniturtermin: Am 19.06.2020 sticht vor allem VG 4 hervor, welches eine deutlich höhere Spinnmilbenanzahl pro Blatt aufweist, als die übrigen VG. Daraufhin wurden in diesem VG zusätzlich allochthone Raubmilben auf Bohnenblättern ausgebracht. Am 2.09.2020 weist VG 4 schließlich die niedrigste, die Kontrolle die höchste Spinnmilbenzahl pro Blatt auf. (jeweils einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$)..	57
Abbildung 37: Alphasäureertrag [kg/ha] der Versuchsernte 2020 am Standort Starzhausen (ohne 4c). Die Parzellen unterscheiden sich nicht signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).	58
Abbildung 38: Doldenbonitur Starzhausen 2020, Darstellung des Doldenschadens der geernteten Parzellen.....	58
Abbildung 39: Gewogenes Mittel der Doldenbonitur der Versuchsernte 2020 am Standort Starzhausen. Signifikante Unterschiede zwischen den VG sind durch verschiedene Buchstaben dargestellt (Kruskal-Wallis-Test, $p < 0,05$)	59
Abbildung 40: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Ursbach 2018: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt, zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant	60
Abbildung 41: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Ursbach 2019: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt; zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant	60
Abbildung 42: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Ursbach 2020: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt; zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die Behandlungsvarianten signifikant.....	61

Abbildung 43: Ergebnis der Berlese-Untersuchung im Frühjahr 2019 zum Raubmilbenbesatz der Weinruten: F=Frostruten, I=einjähriges Holz vom Winterschnitt, II=zweijähriges Holz vom Winterschnitt; Es zeigt sich, dass auf den Frostruten mehr aktive Raubmilben zu finden sind als auf dem Rebmaterial vom Winterschnitt. Beim Winterschnitt befinden sich auf zweijährigem Holz signifikant mehr Raubmilben als auf einjährigem Holz. 62

Abbildung 44: Tagesmittelwert der Temperaturmessung mittels Datenlogger in zwei Höhen an je einer Hopfenpflanze in Parzelle 1c (Kontrolle) und 3a (Untersaat) am Standort Starzhausen im Juli 2020: Vor allem bei Witterungsumschwüngen heizt sich der Bestand unten langsamer und weniger stark auf. Auch im Gipfelbereich steigt die Temperatur bei gut etablierter Einsaat weniger an als ohne Untersaat. 64

Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 1: Standort, Hopfensorte und Bewirtschaftungsform der Versuchshopfengärten	21
Tabelle 2: Versuchsglieder der einzelnen Standorte und Versuchsjahre	22
Tabelle 3: Versuchsernte-Termine	30
Tabelle 4: Ergebnisse der stichprobenartigen Raubmilbenauszahlung der Untersaaten am Standort Oberulrain; es wurden Milben gezählt, die Merkmale von T. pyri aufweisen.....	62
Tabelle 5: Summe der Raubmilben pro Bonitur 2020 (n=Anzahl der bonitierten Blätter je Standort und Bonitur) an den jeweiligen Standorten (für Ursbach und Benzendorf wurden nur fünf Bonituren durchgeführt).....	63
Tabelle 6: Witterungsdaten der meteorologischen Station Buch für die Versuchsstandorte Benzendorf und Laipersdorf 2018 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Nuernberg-Kra.(Flugwewa); Zuletzt geändert: 30.04.2019 - 15:23 Uhr).....	80
Tabelle 7: Witterungsdaten der meteorologischen Station Sandharlanden für den Versuchsstandorte Oberulrain und Ursbach 2018 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Koesching; Zuletzt geändert: 30.04.2019 - 15:27 Uhr)	80
Tabelle 8: Witterungsdaten der meteorologischen Station Stadelhof für den Versuchsstandort Starzhausen 2018 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Huell; Zuletzt geändert: 30.04.2019 - 15:25 Uhr)	81
Tabelle 9: Witterungsdaten der meteorologischen Station Hiltpoltstein für die Versuchsstandorte Benzendorf und Laipersdorf 2019 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Goessweinstein; Zuletzt geändert: 01.01.2020 - 05:23 Uhr)	81
Tabelle 10: Witterungsdaten der meteorologischen Station Sandharlanden für die Versuchsstandorte Oberulrain und Ursbach 2019 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Koesching; Zuletzt geändert: 01.01.2020 - 05:24 Uhr)	82
Tabelle 11: Witterungsdaten der meteorologischen Station Stadelhof für den Versuchsstandort Starzhausen 2019 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Huell; Zuletzt geändert: 01.01.2020 - 05:23 Uhr)	82

Tabelle 12: Witterungsdaten der meteorologischen Station Hiltspoltstein für die Versuchsstandorte Benzendorf und Laipersdorf 2020 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Goessweinstein; Zuletzt geändert: 01.01.2021 - 05:39 Uhr)	83
Tabelle 13: Witterungsdaten der meteorologischen Station Sandharlanden für die Ver-suchsstandorte Oberulrain und Ursbach 2020 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Koesching; Zuletzt geändert: 01.01.2021 - 05:39 Uhr)	83
Tabelle 14: Witterungsdaten der meteorologischen Station Satdelhof für den Versuchsstandort Starzhausen 2020 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Huell; Zuletzt geändert: 01.01.2021 - 05:36 Uhr)	83
Tabelle 15: Boniturtermine während der Vegetationsperiode 2018.....	85
Tabelle 16: Boniturtermine während der Vegetationsperiode 2019 (*Blattnahme zur Bonitur am 12.08.2019 wegen Regen abgebrochen, Mitte und Oben am 13.08.2019 ab Parzelle 1c durchgeführt)	86
Tabelle 17: Boniturtermine während der Vegetationsperiode 2020 (aufgrund sehr geringen Befalls und schlechter Witterung (häufige Regenfälle, Blätter trockneten nicht ab) wurden an den Standorten Ursbach und Benzendorf nur fünf exakte Bonituren durchgeführt)	87

1 Einleitung

1.1 Gegenstand des Forschungsvorhabens

Die Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae* ist mittlerweile der wichtigste Hauptschädling im Hopfenbau. Bei geeigneten Witterungsbedingungen kann Spinnmilbenbefall starke Ertrags- und Qualitätseinbußen an den Dolden verursachen.

Während im konventionellen Hopfenbau Akarizide, häufig rein prophylaktisch, zur Spinnmilbenkontrolle eingesetzt werden, fehlen im ökologischen Hopfenbau geeignete Pflanzenschutzmittel. Der Blick in andere Sonderkulturen zeigt, dass im deutschen Obst- und Weinbau erfolgreich Raubmilben zum Spinnmilbenmanagement eingesetzt werden. Bei der Anwendung dieses Modells stellt ein gravierender Unterschied allerdings ein Problem dar: Während bei Obstbäumen und Weinstöcken nur die Früchte geerntet werden und die oberirdischen Pflanzenteile lediglich in geringem Maß geschnitten werden, wird beim Hopfen mit der Ernte nahezu das gesamte oberirdische Pflanzenmaterial entfernt. Damit fehlt den Raubmilben die Möglichkeit der Überwinterung direkt an der kultivierten Pflanze. Um diese Lücke zu schließen wird in diesem Projekt die Tauglichkeit verschiedener Untersaaten als Überwinterungsmöglichkeit für heimische Raubmilben untersucht. Damit baut dieses Projekt auf dem BÖLN-Projekt „Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen“ (Förderkennzeichen 2812NA014) auf, das von 01.06.2013-31.05.2016 am Hopfenforschungszentrum Hüll von Marina Jereb bearbeitet wurde. Die Auswahl der Untersaaten sowie der Ausbringungsmethoden wurde aus den Ergebnissen dieses Projekts abgeleitet.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung, Bezug des Vorhabens zu Zielen des BÖLN

Hauptziel ist die dauerhafte Etablierung der autochthonen Raubmilbenart *Typhlodromus pyri*, deren Wirkung gegen Spinnmilben im Hopfen in einer Hochgerüstanlage im Jahr 2004 erstmals bestätigt wurde (ENGELHARD & WEIHRAUCH 2005). Während die Etablierung im Weinbau relativ einfach durch die Umstellung auf raubmilbenschonende Pflanzenschutzstrategien gelang, ist im Hopfen der Fokus aus oben genannten Gründen primär beim Problem der Überwinterung zu sehen. Es wird hierzu an allen Versuchsstandorten einerseits Rohrschwingel *Festuca arundinacea* eingesät, der als horstbildendes mehrjähriges Gras einen Rückzugsraum für den Winter darstellt und gleichzeitig durch die Gräserpollen eine Alternative proteinreiche Nahrungsquelle für *T. pyri* bietet. Zum anderen wird eine Grünlandmischung als Untersaat getestet, die sich aus acht Grasarten zusammensetzt, darunter die für das Projekt festgelegten Zielarten Wiesenfuchsschwanz *Alopecurus pratensis*, Wiesenrispe *Poa pratensis* und Wiesenschwingel *Festuca pratensis* sowie sechs Leguminosen-Arten. Neben der Überwinterungsmöglichkeit bieten Poaceae wie beispielsweise *Alopecurus pratensis* und *Poa pratensis* ein Nahrungsangebot durch Pollen. Des

Weiteren werden Leguminosen, insbesondere in der ökologischen Landwirtschaft gerne als Einsaaten gewählt, da sie unter anderem durch die biologische Stickstofffixierung zur Bodenverbesserung beitragen. Als Alternative zu gängigen Untersaaten werden an einem Standort Erdbeeren in den Fahrgassen gepflanzt, die als verholzende Pflanze den Bedingungen im Wein- oder Obstbau am nächsten kommen sollen.

Ein weiteres Ziel des Projekts ist der effektive Einsatz allochthoner, kommerziell erhältlicher Raubmilben zur Spinnmilbenkontrolle. Der Einsatz einer Mischung aus *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* zeigte bereits 2007 bei der ersten Anwendung in einem Freilandversuch (WEIHRAUCH 2008) wie auch im Vorgängerprojekt (JEREB & WEIHRAUCH 2016) zufriedenstellende Ergebnisse bei der Bekämpfung von *T. urticae* im Hopfen. Nun soll der optimale Zeitpunkt sowie die beste Methode der Ausbringung der käuflich erwerblichen Raubmilben ermittelt werden.

Die Richtlinie des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau vom 4. April 2016 gibt unter 1.1 (Zuwendungszweck) vor, dass „... bedeutsame Wissens- und Erfahrungslücken im ökologischen Landbau geschlossen und damit die Wettbewerbsfähigkeit des ökologischen Landbaus [...] nachhaltig gestärkt werden“ soll. Eine solche Wissens- und Erfahrungslücke bezüglich der nachhaltigen Etablierung von Raubmilben im Hopfenbau ist Grundlage dieses Projekts. Insbesondere werden mit diesem Projekt zwei Punkte unter 2.1.2 (Ökologischer Landbau; In der pflanzlichen Erzeugung) als möglicher Gegenstand der Förderung abgedeckt: Zum einen die „Entwicklung von Konzepten zur Regulierung von Krankheiten (z.B. Pilzkrankheiten) und Schaderregern inkl. Wurzelunkräuter im ökologischen Landbau – Weiterentwicklung des „ökosystemaren Pflanzenschutzes“, zum anderen die „Weiterentwicklung von Anbaukonzepten (z.B. Sonderkulturen)“, da die Nützlingsförderung durch alternative Bewirtschaftungsmaßnahmen umgesetzt werden soll. Diesen Forderungen entspricht das Vorhaben für sowohl ökologisch als auch konventionell bewirtschaftete Hopfenbaubetriebe eine effektive und wirtschaftliche, alternative Form der Spinnmilbenbekämpfung ohne den Einsatz von Spritzmitteln wie Akariziden (konventioneller Hopfenbau) bzw. Molke und Schwefel (ökologischer Hopfenbau) zu entwickeln.

1.2.1 Aktualität der Fragestellung/ Politische und gesellschaftliche Forderungen

Die aktuelle Politik strebt sowohl auf EU- als auch auf nationaler Ebene wo immer möglich eine Reduzierung des Einsatzes von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln an (Richtlinie 2009/128/EG). Im Nationalen Aktionsplan Pflanzenschutz stellt die „Forschung und Weiterentwicklung alternativer nichtchemischer Pflanzenschutzverfahren inklusive biologischer und biotechnischer Pflanzenschutzverfahren“ einen wichtigen Baustein dar [1]. Eine Reihe von rechtlichen Auflagen den Umweltschutz und Anwenderschutz betreffend, sowie der verhältnismäßig geringe Flächenanteil des Hopfenanbaus und damit ein begrenztes wirtschaftliches Interesse der Pflanzenschutzmittelproduzenten, sorgen

zusammen mit dem Wegfall bisher zugelassener Pflanzenschutzmittel zu einer langfristig kürzeren Liste an Pflanzenschutzmitteln, die zur Produktion von Hopfen in Deutschland eingesetzt werden können. Dadurch wächst die Bereitschaft konventioneller Hopfenproduzenten, alternative Strategien auszuprobieren, um den Hopfen gesund zu erhalten und vor Krankheiten und Schädlingen zu schützen.

Des Weiteren soll der Anteil ökologischer Landwirtschaft ausgebaut werden, in Bayern etwa soll die mit dem Programm BioRegio 2030 des Staatsministeriums der ökologisch bewirtschaftete Flächenanteil bis zum Jahr 2030 auf 30 % erhöht werden [2]. Auch wenn ein solches Ziel im Hopfenbau weit entfernt liegt, steigt die Zahl der Bio-Hopfenbauern wie auch die der Umstellungswilligen kontinuierlich. Im Öko-Hopfenbau stehen jedoch keine zugelassenen Mittel zur Spinnmilbenkontrolle zur Verfügung.

1.3 Planung und Ablauf des Projekts

Die Projektumsetzung erfolgte wie geplant in zwei konventionellen und drei öko-zertifizierten Versuchshopfungärten, von denen jeweils eine Teilfläche von den vier Kooperations-Betrieben unter praxisüblicher Bewirtschaftung zur Verfügung stellten. Sämtliche produktionstechnischen Arbeiten, abgesehen von Pflanzenschutzmaßnahmen zur Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe. Ertrags- und Qualitätsverluste, die durch den Versuch verschuldet waren, wurden nach der Ernte entschädigt, ebenso erfolgte eine Aufwandentschädigung für Arbeiten die gesondert für den Versuchsablauf durchgeführt werden mussten, beispielsweise die parzellenweise Einsaat der Untersaaten in den Fahrgassen.

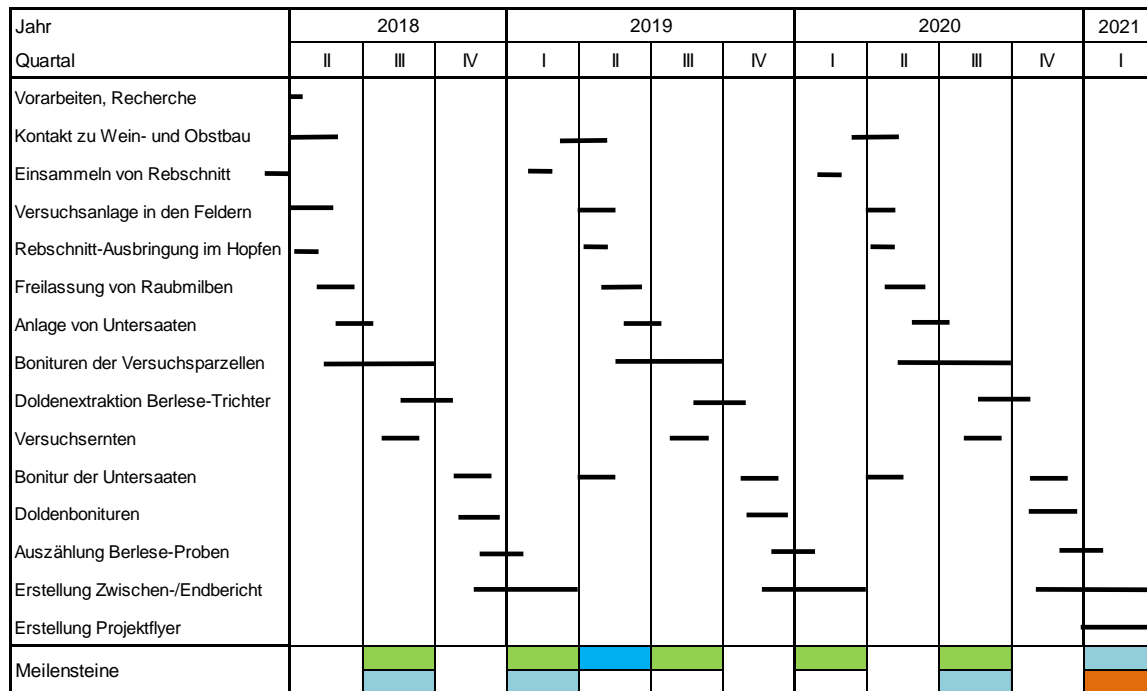
Im Gegensatz dazu wurden die Raubmilben-Ausbringung sowie sämtliche Bonitur-Arbeiten durch die Mitarbeiter des Hopfenforschungszentrums, insbesondere durch das Projektteam und entsprechende Aushilfskräfte ausgeführt.

Am Standort Oberulrain konnte bereits Rohrschwengel, gesät im Vorjahr, genutzt werden, indem die Parzellen entsprechend über den Versuchshopfungarten verteilt wurden. Die Grünland-Mischung wurde ebenso wie die Einsaaten an den übrigen Standorten im Frühsommer gesät. Die Neuanlage der Untersaaten in den Fahrgassen gelang im ersten Jahr an den drei Öko-Standorten aufgrund von Trockenheit nicht und wurde im zweiten Projektjahr wiederholt. Im Raum Hersbruck konnten Rohrschwengel und Grünland-Mischung bis zum Versuchsende nicht zufriedenstellend etabliert werden.

Im ersten Jahr konnte heimische Raubmilben über besiedelte Frostruten aus dem Weinbau geholt werden; in den Folgejahren wurden immer Frostruten gegen Bogruten vom Winterschnitt verglichen. Letztere wurden einmal zwischengelagert und etwa zeitgleich mit den Frostruten ausgebracht, im Folgejahr wurden sie hingegen direkt im Februar in der, bis dahin gut etablierten, Untersaat verteilt. Die autochthonen Raubmilben wurden jeweils im Mai, spätestens Anfang Juni, Abhängig von Entwicklungsstadium des Hopfens und dem sich aufbauenden Spinnmilbenbefall ausgebracht. Die Idee, dabei neben *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* auch die Art *Amblyseius andersoni* zu testen, konnte

nicht wiederholt werden, da diese Art zum gewünschten Zeitpunkt nicht verfügbar war. Auch im ersten Projektjahr gelang die Ausbringung von *A. andersoni* vermutlich zu spät, d.h. als bereits zu viele Spinnmilben im Bestand waren, um die Wirkung mit den anderen Varianten adäquat vergleichen zu können.

Balkendiagramm: Arbeitsplan und Meilensteine zum Vorhaben 'Raubmilben-Etablierung in der Hopfenbau-Praxis' (2815NA131)



- Vorstellung, Diskussion und Evaluierung des Konzepts im AK 'Ökologischer Hopfenbau'; wenn nötig, Modifikation des Konzepts
- Vorstellung des Projekts auf nationalem Niveau (Pflanzenschutztagung, Entomologentagung)
- Internationale Vorstellung des Projekts bei Tagung der 'Scientific-Technical Commission, IHGC'
- Festlegung und Vorstellung des Konzepts, v.a. in Hopfenbauversammlungen; Erstellung Projektflyer

Abbildung 1: Balkendiagramm zum Arbeitsplan der Projektdurchführung

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Die ersten Versuche mit Raubmilben im Hopfen am Hopfenforschungszentrum Hüll liegen rund 30 Jahre zurück. Diese ersten Arbeiten wurden in Form von Diplomarbeiten zur Wirkung von *P. persimilis* auf *T. urticae* im Hopfenbau durchgeführt (HIRSCHBERGER 1991; MÖLLERS 1991; WEIDINGER 1991). Da die dabei erzielten Ergebnisse nicht zufriedenstellend waren, wurden Versuche mit der heimischen Raubmilbenart *T. pyri* angestellt (BENKER 1999), deren Ergebnis zu weiteren Versuchen motivierten. Seitdem haben sich nicht nur die Möglichkeiten/Maßnahmen zur Ausbringung von Raubmilben geändert, sondern auch die Bewirtschaftung der Hopfengärten: Die Akzeptanz für Einsaaten im Hopfengarten bei den Hopfenpflanzern ist deutlich gestiegen, Niedrigerüstanlagen spielen keine Rolle im deutschen Hopfenbau und die klimatischen Bedingungen werden extremer, da die Sommer heißer und trockener werden (vgl. 11.1).

Verschiedene Versuche in den 2000er-Jahren zeigten gute Bekämpfungserfolge der Gemeinen Spinnmilbe mit *P. persimilis* und *N. californicus* (WEIHRAUCH 2005; ENGELHARD & WEIHRAUCH 2008), außerdem konnte ein Nachweis der Überwinterung von Raubmilben an Brennesselranken entlang eines Hopfengartens erbracht werden (WEIHRAUCH 2008). Die Idee, Einsaaten im Hopfengarten zu diesem Zweck zu etablieren, führte im BÖLN-Projekt zum „Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen“ zu vielversprechenden Ergebnissen, die jedoch noch nicht bereit für die Umsetzung in der Praxis waren (JEREB & WEIHRAUCH 2016); das vorliegende Forschungsvorhaben baut auf den dabei gewonnenen Erkenntnissen auf.

Die Eignung von Rohrschwengel als Lebensraum von Raubmilben konnte bereits im Mandarinenanbau in Spanien nachgewiesen werden, wobei auch der Spinnmilbendruck an der Hauptkultur reduziert wurde (AGUILAR-FENOLLOSA et al. 2011a, b, c). Auch im Vorgängerprojekt zeigte sich Rohrschwengel als einerseits praktikabel im laufenden Hopfenbaubetrieb, andererseits konnte gezeigt werden, dass Rohrschwengel als Einsaat im Hopfen als Refugium für *T. pyri* dienen kann (JEREB & WEIHRAUCH 2016).

Neben der Überwinterungsmöglichkeit bieten Poaceae wie beispielsweise *Alopecurus pratensis* und *Poa pratensis* ein Nahrungsangebot durch Pollen, das bei *T. pyri* sowohl eine hohe Reproduktionsrate wie auch eine hohe Überlebensrate und somit einen stabilen Populationsaufbau ermöglicht, wie ENGEL (1991) zeigte. Blühende Untersaaten-Mischungen wirken sich nicht nur in Bezug auf bestäubende Insekten fördernd aus, sondern auch auf andere Nützlinge wie *T. pyri* (MARKO et al. 2012).

Neueste Erkenntnisse weisen in den USA auf eine zunehmende Resistenz im Feld bei *T. urticae* gegen gängige Pflanzenschutzwirkstoffe hin (WU et al. 2018), was die Beobachtung bestätigt, dass sich *T. urticae* allgemein schnell an die zur Bekämpfung eingesetzten Akarizide anpasst, unabhängig von deren Wirkmechanismus (VAN LEUWEN et al. 2015). Durch solche Forschungsergebnisse rücken alternative Managementstrategien auch im integrierten Pflanzenschutz des konventionellen Hopfenbaus in den Fokus.

Untersaaten in der Fahrgasse im Hopfen werden allgemein empfohlen und auch zunehmend in der Hopfenbaupraxis umgesetzt. Zur Ausbringung von Hopfenrebenhäcksel im Herbst ist entsprechend neuer Regelungen (Aktueller Hopfenbau-Hinweis vom 15. Februar 2021 [3]) eine Einsaat, die spätestens im September erfolgt sein muss, verpflichtend. Allerdings ist für diese Regelung ein Umbruch ab dem 15. Januar erlaubt. Daneben gibt es eine Fördermöglichkeit für Zwischenfruchteinsaaten über das Kulturlandschaftsprogramm KULAP in Bayern, etwa über die Maßnahme B37 – Mulchsaatverfahren bei Reihenkulturen. Diese Maßnahmen beruhen jedoch alle auf kurzfristigen Einsaaten, mit teilweise mehrmaligem Umbruch und Neueinsaat im Jahr. In den Leitlinien zum integrierten Pflanzenschutz im Hopfenbau wird unter anderem die „Einsaat von Zwischenfrüchten zwischen die Hopfenreihen“ als Element zur „Förderung und Nutzung natürlicher Regelmechanismen“ aufgeführt. Hierfür sind jedoch längerfristige Einsaaten wünschenswert, weshalb im vorliegenden Forschungsprojekt dauerhafte Einsaaten mit einer Umbruchzeit von etwa drei Jahren behandelt werden.

3 Material und Methoden

3.1 Versuchsstandorte

Bei den Versuchsflächen handelt es sich um fünf praxisüblich bewirtschaftete Hopfengärten, die von vier landwirtschaftlichen Betrieben zur Verfügung gestellt werden. Die beiden konventionellen Betriebe liegen in der Hallertau, ebenso wie ein ökologischer Hopfenbaubetrieb in Ursbach. Der zweite ökologisch geführte Betrieb liegt im fränkischen Anbaugebiet Hersbruck, wo zwei Hopfengärten für das Projekt genutzt werden durften. Beide Öko-Betriebe werden nach Bioland-Richtlinien bewirtschaftet. Die zusammengefassten Informationen zu den einzelnen Hopfengärten sind Tabelle 1 zu entnehmen. Bei allen Versuchsflächen handelt es sich um sandige Böden (beispielsweise Flurname „Sandkreppe“ in Ursbach), da Hopfengärten auf solchen Flächen i.d.R. besonders anfällig für starken Befall mit der Gemeinen Spinnmilbe sind.

Tabelle 1: Standort, Hopfensorte und Bewirtschaftungsform der Versuchshopfengärten

Standort	Landkreis	Hopfensorte	Höhe ü. NN	Bewässerung	Ökologische Bewirtschaftung
Starzhausen	PAF	Herkules	417 m	Ja	Nein
Ursbach	KEH	Hallertauer Tradition	415 m	Nein	Ja, Bioland
Oberulrain	KEH	Perle	365 m	Ja	Nein
Benzendorf	LAU	Hallertauer Tradition	357 m	Nein	Ja, Bioland
Laipersdorf	LAU	Saphir	373 m	Ja	Ja, Bioland

3.2 Versuchsaufbau

Die Versuche in Großraumparzellen wurden möglichst so strukturiert, dass je vier Parzellen eines Versuchsgliedes im lateinischen Quadrat angelegt sind. An den Standorten Laipersdorf und Oberulrain wurden die vier Wiederholungen (a, b, c, d) in randomisierten Blockanlagen angeordnet. In Laipersdorf war dies durch die zur Verfügung stehende Fläche bedingt, in Oberulrain wurde diese Anordnung vom Vorgängerprojekt (2812NA014, 2013-2016) übernommen, um die im Vorjahr erneuerten Einsaaten mit Rohrschwengel in den Parzellen nutzen zu können.

Die Versuche wurden in Parzellen angelegt, die jeweils sechs Reihen breit und drei Säulenabstände lang sind, wobei zwischen zwei Säulen sieben Hopfenpflanzen wachsen, d.h. in einer Versuchsreihe 21 Hopfenpflanzen. Eine Parzelle besteht daher aus 126 Hopfenpflanzen bzw. 252 Aufleitungen, ein Versuchsglied (VG) mit vier Wiederholungen aus 504 Hopfenpflanzen bzw. 1008 Aufleitungen. Die Größe dieser Parzellen schwankt je nach Reihen- und Pflanzabstand im jeweiligen Hopfengarten zwischen ca. 550 und 600 m².

Tabelle 2: Versuchsglieder der einzelnen Standorte und Versuchsjahre

	VG	Untersaat	2018			2019			2020		
			Behandlungs-va- riante	Ausbringung Art und Weise	Datum	Behandlungs-va- riante	Ausbringung Art und Weise	Datum	Behandlungs-va- riante	Ausbringung Art und Weise	Datum
Benzendorf	1		Kontrolle	–	–	Kontrolle	–	–	Kontrolle	–	–
	2	Rohrschwengel	T. pyri	Frostruten Wein	15.05.2018	T. pyri	Frostruten Wein	13.05.2019	T. pyri	Frostruten Wein Sachets + DIBOX	06.05.2020
	3	Grünland-Mix	T. pyri	Frostruten Wein	15.05.2018	T. pyri	Frostruten Wein	13.05.2019	Mix	Koppert	10.06.2020
	4	Grünland-Mix	Mix	Bohnenblätter	24.05.2018	Mix	Bohnenblätter	05.06.2019	P. persimilis	DIBOX Koppert	10.06.2020
Laipersdorf	1		Kontrolle	–	–	Kontrolle	–	–	Kontrolle	–	–
	2	Rohrschwengel	T. pyri	Frostruten Wein	15.05.2018	T. pyri	Frostruten Wein	13.05.2019	Mix	Bohnenblätter Sachets + DIBOX	24.06.2020
	3	Grünland-Mix	Mix	Bohnenblätter	24.05.2018	Mix	Bohnenblätter	05.06.2019	Mix	Koppert	10.06.2020
Oberulrain	1		Kontrolle	–	–	Kontrolle	–	–	Kontrolle	–	–
	2	Rohrschwengel	Mix	Streuware, Mini-Air- Bug	28.05.2018	Mix	Bohnenblätter	04.06.2019	Mix	Sachets + DIBOX Koppert	26.05.2020
	3	Grünland-Mix	Mix	Bohnenblätter	25.05.2018	T. pyri	Frostruten Wein	14.05.2019	Mix	Bohnenblätter	27.05.2020
	4	Rohrschwengel	T. pyri	Frostruten Wein	17.05.2018	T. pyri	Frostruten Wein	14.05.2019	T. pyri	Frostruten Wein	07.05.2020
	5	Grünland-Mix	T. pyri	Frostruten Wein	17.05.2018	T. pyri	Winterschnitt Wein	09.05.2019	T. pyri	Winterschnitt Wein	06.02.2020
	6	Rohrschwengel	A. andersoni	Tütchen, selbstge- macht	20.06.2018	Mix	Tütchen, selbstge- macht	06.06.2019	P. persimilis	DIBOX Koppert	26.05.2020
Starzhausen	1		Kontrolle	–	–	Kontrolle	–	–	Kontrolle	–	–
	2	Rohrschwengel	T.pyri	Frostruten Wein	16.05.2018	Mix	Bohnenblätter	05.06.2019	T. pyri	Frostruten Wein	07.05.2020
	3	Grünland-Mix	Mix	Bohnenblätter	25.05.2018	T. pyri	Winterschnitt Wein	08.05.2019	T.pyri	Winterschnitt Wein	06.02.2020
	4		T. pyri	Frostruten Wein	16.05.2018	T. pyri	Frostruten Wein	14.05.2019	T.pyri	Frostruten Wein	07.05.2020
		Erdbeeren							Mix	Bohnenblätter	25.06.2020
Ursbach	1		Kontrolle	–	–	Kontrolle	–	–	Kontrolle	–	–
	2	Rohrschwengel	A. andersoni	Streuware, von Hand	20.06.2018	T. pyri	Frostruten Wein	15.05.2019	T. pyri	Winterschnitt Wein	07.02.2020
	3	Grünland-Mix	T. pyri	Frostruten Wein	16.05.2018	T. pyri	Winterschnitt Wein	09.05.2019	T. pyri	Frostruten Wein	07.05.2020

Tabelle 2 zeigt verschiedenen Raubmilbenvarianten in Kombination mit den entsprechenden Untersaaten an den Standorten sowie den jeweiligen Modus und Termin der Ausbringung der entsprechenden Raubmilben für die drei Projektjahre. Kontroll-Parzellen bleiben unbehandelt, auf eine Untersaat wird verzichtet. Dort findet sich je nach Landwirt die betriebsübliche Einsaat, welche aber mehrmals umgebrochen wurde, oder Spontanvegetation.

3.3 Meteorologische Daten

Die Werte zu Temperatur, Niederschlag und relativer Luftfeuchte für die unterschiedlichen Standorte wurden anhand der jeweils nächstgelegenen Messstation aus den agrarmeteorologischen Aufzeichnungen der LfL festgehalten (Tabellen siehe Anhang). Die nächstgelegene Messtation Buch wurde für die Standorte Benzendorf und Laipersdorf ab dem Jahr 2019 durch die Messtation Hilpoltstein ersetzt.

Zum Vergleich des jeweiligen Versuchsjahres mit vorhergehenden Jahren wird das langjährige Mittel des Monatsmittels der Temperatur bzw. das langjährige Mittel der Niederschlagssumme dargestellt. 2018 wurden vor allem für die Sommermonate eine erhöhte Temperatur und geringere Niederschläge im Vergleich zum Langjährigen Mittel aufgezeichnet. 2019 zeigt sich über alle betrachteten Wetterstationen hinweg, dass der Mai zwar kühl, der Sommer ab Juni aber eher überdurchschnittlich warm war. Die Monate Juni und Juli waren an allen drei meteorologischen Stationen recht trocken, im August waren an den Hallertauer Standorten höhere Niederschläge zu verzeichnen. 2020 lag die Summe der Niederschläge der Sommermonate Juni Juli und August etwa auf Niveau des langjährigen Durchschnitts, die Temperatur wie in den anderen Projektjahren überdurchschnittlich hoch.

3.4 Untersaaten

Als Überwinterungsquartier für die Raubmilben sollte eine Einsaat oder Anpflanzung in den Fahrgassen dienen. Dabei wurden Erdbeeren angepflanzt, welche mechanisch bzw. von Hand von unerwünschten Beikräutern und Gräsern freigehalten wurden. Aufgrund dieses erhöhten Arbeitsaufwands wurde diese Variante nur am nächstgelegenen Versuchshopfengarten Starzhausen getestet. Als Untersaat dienten Rohrschwingel *Festuca arundinacea* sowie eine Grünlandmischung aus acht Gräsern und sechs Leguminosenarten, welche unter anderem Wiesenfuchsschwanz *Alopecurus pratensis*, Wiesenrispe *Poa pratensis* und Wiesenschwingel *Festuca pratensis* enthielt. Es wurde die Mischung LandGreen Öko D 1-941 der Firma BSV Saaten ausgewählt, die im Folgenden als „Grünland-Mix“ bezeichnet wird. Die Verteilung der Untersaaten auf die Versuchsglieder zeigt Tabelle 2.

Am Standort Oberulrain wurden die Parzellen mit Rohrschwingel nur wo nötig nachgesät, die Grünland-Mischung wurde ebenso wie beide Einsaaten an den übrigen Standorten neu angelegt. Die Erdbeeren wurden als Wurzelfechser in Hüll vorgezogen und dann in die Fahrgassen gepflanzt. Aufgrund der trockenen und warmen Witterung mit einigen

wenigen Starkregenereignissen liefen die Einsaaten im ersten Sommer nur unzureichend auf. An den Standorten Oberulrain und Starzhausen waren die Untersaaten im Frühjahr 2019 gut entwickelt. Erdbeeren wurden in Starzhausen wo nötig nachgepflanzt, übermäßiges Unkraut im Sommer entfernt. An den übrigen Standorten mussten die Untersaaten neu angelegt werden, wobei sie insbesondere in den beiden Versuchshopfungärten im Gebiet Hersbruck aufgrund ungünstiger Witterungsverhältnisse wieder nur zögerlich aufließen und sich bis zum Projektende kein ausreichend dichter Bestand des Rohrschwingels oder des Grünland-Mix entwickelte.

3.5 Raubmilbeneinsatz

Heimische Raubmilben wurden aus dem fränkischen Weinbaugebiet bei Veitshöchheim geholt, da diese während des Projektzeitraumes nicht bei Nützlings-Anbietern gekauft werden konnten. Bei zugekauften Raubmilben wurden alle verschiedenen Ausbringungsformen, die verfügbar waren, ausprobiert und verglichen.

Einen Überblick über alle Raubmilben-Applikationen gibt Tabelle 2.

3.5.1 *Typhlodromus pyri*

Hauptaugenmerk liegt auf der heimischen Raubmilbenart *Typhlodromus pyri*. Da diese Art nicht einfach kommerziell erhältlich ist, wird sie aus Weinbergen mit etablierten Populationen in die Hopfungärten überführt. Zur Verfügung gestellt wurde das Rebmateriale dankenswerterweise von der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) in Veitshöchheim vom Institut für Weinbau und Önologie.



Abbildung 2: a) Frostruten wurden aus einem Weinberg bei Veitshöchheim geholt und b) kleinere Stücke davon auf die Hopfenreben verteilt

3.5.1.1 Frostruten

Die heimischen Raubmilben wurden zeitnah nach dem Aufleiten des Hopfens ausgebracht, um eine möglichst frühe Besiedlung der Raubmilben zu erreichen. Außerdem mussten die Frostruten so frisch wie möglich aus dem Wein in den Hopfen gebracht werden, wobei vom Wein der Termin zum Schnitt vorgegeben wurde. Dies geschah über Frostruten, die Mitte Mai geschnitten, sofort anschließend im Weinberg eingesammelt und in die Hopfengärten gebracht wurden. In den Versuchshopfengärten wurden die Ruten in handlichere Stücke mit je mindestens einem Trieb, an dem i.d.R. mehrere Raubmilben sitzen, zerteilt und diese in jede zweite Aufleitung gehängt.

3.5.1.2 Winterschnitt

Im Jahr 2018 war diese Variante aufgrund des Projektbeginns im Mai nicht möglich. In den beiden folgenden Jahren wurde bereits Mitte Februar Rebmaterial vom Winterschnitt aus Weinbergen der LWG geholt. Im Jahr 2019 wurden diese in Kartons verpackt und im Kühlraum bis zur Ausbringung zwischengelagert. Diese erfolgte Anfang Mai an den Hopfenreben, sobald der Entwicklungszustand des Hopfens dies erlaubte, ohne bei anstehenden Arbeiten ein großes Hindernis darzustellen bzw. von einer Entfernung der Raubmilben ausgehen zu müssen. Allerdings wurde versucht, die Lagerungszeit der Rebstücke vom Winterschnitt nicht unnötig zu verlängern, da vermutet wurde, dass die lange Lagerung die Vitalität der Raubmilben auf dem Rebschnitt minderte. Im Folgejahr 2020 hingegen wurde der Rebschnitt direkt im Februar in der Untersaat der VG verteilt, damit die Raubmilben direkt ab Saisonbeginn auf die Hopfenpflanzen überwandern konnten.

3.5.2 *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* (Raubmilben-Mix)

Die beiden allochthonen Raubmilbenarten *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* sind als Mischung besonders effektiv im Spinnmilbenmanagement. Dieser Raubmilben-Mix war in verschiedenen Ausbringungsvarianten kommerziell erhältlich und wurde von der Firma Katz Biotech AG in zwei Formen, als Streuware oder auf Bohnenblättern bezogen. Auf Anfrage der Firma Koppert Deutschland GmbH wurden in der Saison 2020 zusätzlich deren Varianten der Streuware getestet.

3.5.2.1 Bohnenblätter

Eine sehr unkomplizierte Variante der Raubmilben-Ausbringung ist der Bezug in Einheiten von 5000 Raubmilben als Blattware-Maxipack auf Bohnenblättern, welche gleichmäßig auf die Parzellen aufgeteilt und nach Möglichkeit mit einem Blatt pro Stock (Abbildung 3a) eingesetzt wurden. Für die entsprechenden Varianten wurden drei Maxipacks pro Versuchsglied eingesetzt, was zu einer Raubmilbendichte von etwa 30 Raubmilben pro Pflanze führte.

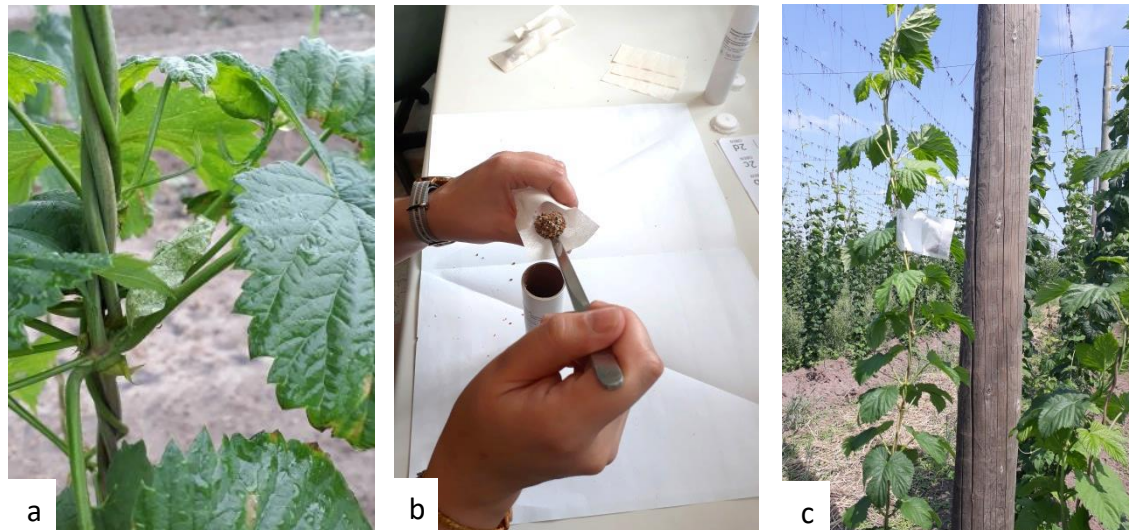


Abbildung 3: a) Bohnenblatt in der Hopfenrebe; b) Befüllung von Teebeuteln mit Streuware c) Befestigung der vorbereiteten Tütchen an der Hopfenrebe

3.5.2.2 Streuware

3.5.2.2.1 Mini-Air-Bug

Um eine Methode zur mechanischen/maschinellen Verteilung der Raubmilben zu testen, wurde Raubmilbenmix als Streuware mit je 1500 Tieren (Weibchen und Jungtiere in Vermiculite) bezogen und mithilfe des Mini AirBug in den Parzellen ausgebracht. Es wurden verschiedene Drehbehälter des Mini AirBug ausprobiert und schließlich ein recht kleiner mit einer Ausbringung von 50 ml/min gewählt. Der gekaufte Raubmilbenmix (16 x 1500 Tiere) als Streuware reichte rechnerisch für eine Dichte von etwa 24 Raubmilben pro Aufleitung. Durch die Methode der Ausbringung muss aber davon ausgegangen werden, dass viele Raubmilben nicht auf den Blättern/ in der Aufleitung platziert wurden.

3.5.2.2.2 Selbstgebastelte Tütchen

Für die Saison 2019 wurde der Raubmilbenmix als Streuware mit je 1500 Tieren (Weibchen und Jungtiere in Vermiculite) bezogen. Diese Raubmilben wurden selbst zu Tütchen verpackt, die an den Hopfenreben befestigt wurden. Hierfür wurde die Streuware in Teebeutel abgefüllt (Abbildung 3b), und an den Aufleitungen befestigt (Abbildung 3c). Vorteil dieser Variante im Vergleich zu kommerziell erhältlichen Tütchen ist, dass Teebeutel kompostierbar sind und nicht wieder vor der Ernte eingesammelt werden müssen. Aufgrund des erhöhten Aufwands der Vorbereitung wurde diese Variante jedoch nur an einem Standort getestet.

3.5.2.2.3 Sachets und DiBox

Von der Firma Koppert Biological Systems wurden für die Saison 2020 Raubmilben der Arten *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* bereitgestellt. Dabei war *N. californicus* in Sachets verpackt und *P. persimilis*-Raubmilben wurden als Streuware geliefert mit „DiBoxen“ (offene Falt-Pappschachteln mit Aufhänger). Für eine „Mix“-Variante wurden beide Arten mit der jeweiligen Aufhängung im Wechsel an die Hopfenpflanzen gehängt. Für eine reine *P. persimilis*-Variante, die laut Hersteller ebenfalls erfolgsversprechend bzw. ausreichend sei, wurden ausschließlich DiBoxen verteilt und mit Streuware befüllt.

3.5.3 *Amblyseius andersoni*

Für die Saison 2018 wurde nach eingehender Recherche die Raubmilbe *Amblyseius andersoni* ausgewählt, da sie auch im Wein- und Obstbau erfolgreich eingesetzt wird, und an zwei Standorten getestet. Weil die ausgewählte Art nicht sofort verfügbar war, verzögerte sich die Ausbringung bis Ende Juni, was vermutlich einen Nachteil bedeutete, da sowohl die Vermehrung als auch die Wanderung der Spinnmilben im Bestand nach oben früh in der Vegetationsperiode begann und zum Ausbringungstermin von *A. andersoni* schon weit fortgeschritten war. Bezogen werden konnte diese Raubmilbenart von der Firma Biobest über das Reichenauer Gärtner Center.

2019 wurde der eigentlich geplante Einsatz von Tütchen mit *A. andersoni* ausgesetzt, da diese trotz frühzeitiger Bestellung zum Zeitpunkt der Applikation nicht verfügbar waren und auch nicht von einem anderen Anbieter geliefert werden konnten. 2020 wurde der Fokus auf bereits etablierte Raubmilben verstärkt bzw. auf den Methodenvergleich für die Ausbringung (nur *P. persimilis* und *N. californicus* zur besseren Vergleichbarkeit), außerdem war nicht klar, ob eine rechtzeitige Lieferung möglich sei.

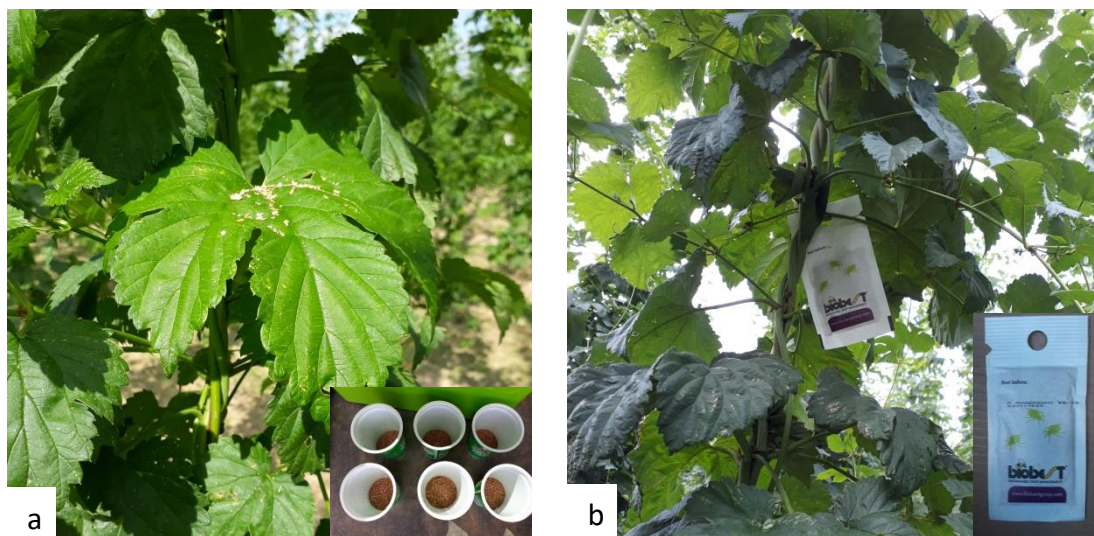


Abbildung 4: a) Streuware auf einem Hopfenblatt, portionsweise von Hand ausgestreut
b) Raubmilben-Tütchen im Hopfen an Blattachseln aufgehängt

3.5.3.1 Handgestreut

Als Streuware wurde eine Einheit mit 25.000 Raubmilben in Vermiculite/Kleie-Gemisch bestellt, portionsweise in Becher aufgeteilt und von Hand auf die Hopfenblätter gestreut (Abbildung 4a). Dies führte rechnerisch zu einem Raubmilbenbesatz von 50 Tieren pro Pflanze bzw. 25 Tieren pro Aufleitung.

3.5.3.2 Tütchen

Außerdem wurden Tütchen (Abbildung 4b) angewendet, die 250 Tiere mehrerer Entwicklungsstadien (Weibchen, Eier und Jungtiere inklusive Futtermilben) pro Tüte beinhalten, aus denen sie über mehrere Wochen auswandern. Diese Tütchen wurden an jeder zweiten Hopfenpflanze in einer Höhe von ca. 1,90 m aufgehängt. Über den gesamten Auswanderungszeitraum von sechs Wochen sollte dies also zu einem Raubmilbenbesatz von 62 Raubmilben pro Aufleitung führen, allerdings flog etwa ein Drittel der Tütchen beim Einsatz der Gebläsespritze für notwendigen PSM-Einsatz von den Hopfenpflanzen, da die Befestigung diesem starken Luftstrom nicht standhielt.

3.6 Berlese-Bonitur

Der Raubmilben-Besatz der Frostruten wie auch der Bogruten vom Winterschnitt wurde mittels Berlese-Bonitur ermittelt. Dafür wurden Stücke der Weinruten auf Drahtgitter in den Trichtern der Berlese-Apparatur (Abbildung 5a) gelegt und 1,5 bis 2 Tage dort belassen. Durch das Licht und die Wärme der Glühbirne über dem Trichter wandern die Milben nach unten und fallen in die am unteren Ende des Trichters befestigten Weithalsfläschchen, welche zuvor mit einer Fanglösung (Mischung aus Wasser, Ethanol und etwas Spülmittel) befüllt wurden.



Abbildung 5: a) Berlese-Apparatur mit 18 Trichtern pro Tisch. Das Pflanzenmaterial wird auf Drahtgittern im Trichter abgelegt. Bei geschlossenem Deckel befindet sich je eine Glühbirne über dem Zentrum eines Trichters. b) Mischprobe der Untersaaten einzelner Parzellen in den Trichtern der Berlese-Apparatur

Die aus der Pflanzenprobe ausgetriebenen Arthropoden werden in der Flüssigkeit in den Fläschchen aufgefangen und können unter dem Binokular quantitativ ausgewertet werden. So wurden alle Raubmilben ausgezählt, die sich in einer Probe befanden.

Die gleiche Methode wurde auch für die Beprobung der Untersaaten angewandt. Hierfür wurde eine Mischprobe von etwa 100 g bis 150 g Grüngewicht als Stichproben von der Untersaat jeder Parzelle (ohne Kontrolle, da diese nicht extra eingesät wurde) am Standort Oberulrain genommen und für 36 Stunden in den Trichtern belassen (Abbildung 5b).

3.7 Blattbonitur

Während der Vegetationsperiode wurden Spinnmilbenbefall sowie Raubmilbenbesatz und die jeweils zugehörigen Milbeneier in zweiwöchigem Abstand ausgezählt. In jeder Parzelle wurden je fünf Pflanzen in zwei benachbarten Reihen in der Mitte der Parzelle gekennzeichnet. An diesen Pflanzen wird zu jedem Boniturtermin je ein Blatt in drei Höhen – „unten“ (ca. 1,60-1,80 m), „Mitte“ (3-5 m) und „oben“ (ca. 6 m) entnommen. Im Laufe der Vegetationsperiode wurden sechs dieser Bonituren an jedem Standort durchgeführt, die Termine sind den Tabellen unter 11.2 im Anhang zu entnehmen. Die Bonituren wurden von Mitte Juni, als etwa die halbe Gerüsthöhe erreicht war (nur „unten“ und „Mitte“), bis kurz vor der Ernte durchgeführt. Aufgrund andauernder ungünstiger Witterung (Regen) musste 2020 für Ursbach der erste und für Benzendorf der letzte Boniturtermin entfallen, wobei in Ursbach dennoch stichprobenmäßig begutachtete Blätter keinen Befall zeigten. Der Ausfall dieser Bonituren war jeweils mit den betroffenen Versuchslandwirten abgesprochen, die ebenfalls zu diesem Zeitpunkt keinen Befall beobachtet hatten.

2019 und 2020 wurde in den beiden Hopfengärten, in denen eine Versuchsernte durchgeführt wurde (Oberulrain und Starzhausen), die entsprechenden Ernteparzellen kurz vor der Ernte nochmals am bonitiert. Damit konnte ein aktueller Ausgangsbefall der Blätter vor der Ernte erfasst werden.

Für jedes Blatt wurden direkt im Anschluss die darauf befindlichen Spinn- und Raubmilben sowie die jeweiligen Eier ausgezählt. Zwischenzeitlich wurden die Blätter (für längere Transport oder Lagerung bei vielen Parzellen) gekühlt, immer jedoch noch am selben Tag der Blattentnahme innerhalb weniger Stunden bonitiert.

3.8 Qualitäts- und Ertragsermittlung

Um direkte Auswirkungen der unterschiedlichen Behandlungsvarianten auf Ertrag und Qualität festzustellen wurden Versuchsernten durchgeführt. Dabei wird von jeder Variante eine repräsentative Parzelle sowie eine vom Landwirt behandelte Praxisvariante beerntet. Aus jeder dieser Parzellen werden je viermal zehn Reben geerntet, die im Folgenden als unechte Wiederholungen innerhalb der Parzelle behandelt werden.

Eine Versuchsernte wurde lediglich für Standorte durchgeführt, deren Bonituren während der Vegetationsperiode differenzierbare Ergebnisse erwarten ließen. Tabelle 3 zeigt die

entsprechend ausgewählten Standorte sowie die geerntete Hopfensorte und den Erntetermin. Für die Standorte Benzendorf und Ursbach erfolgten aufgrund der Spinnmilbenentwicklungen während der Saison keine Versuchsernten im Projektverlauf

Tabelle 3: Versuchsernte-Termine

Standort	Sorte	Ernte 2018	Ernte 2019	Ernte 2020
Laipersdorf	Saphir (SIR)	03.09.2018		
Oberulrain	Perle (PER)	05.09.2018	11.09.2019	09.09.2020
Starzhausen	Herkules (HKS)	04.09.2018	13.09.2019	17.09.2020

3.8.1 Ertragsermittlung

Von jeder Wiederholung wurde direkt bei der Ernte das Grüngewicht ermittelt sowie eine repräsentative Mischprobe entnommen und getrocknet. Darüber wurde einerseits die Hochrechnung zur Ertragsermittlung in dt/ha vorgenommen, andererseits wurden daraus Proben zur Qualitätsermittlung entnommen.

3.8.2 Qualitätsermittlung

3.8.2.1 Laboranalytische Qualitätsermittlung

Die Bestimmung des Wasser- und α -Säuren-Gehalts in % erfolgte am Hopfenforschungszentrum in der Arbeitsgruppe Hopfenqualität und -analytik unter Verwendung der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS).

3.8.2.2 Optische Qualitätsermittlung: Doldenbonitur

Ein weiterer wichtiger Parameter zur Qualitätsbestimmung ist die optische Beurteilung in Form einer Doldenbonitur. Dabei wird je eine zufällige Mischprobe aus 500 Dolden jedes Erntemusters, also insgesamt 2000 Dolden je Parzelle, auf Schäden durch Spinnmilbenbefall untersucht und in vier Kategorien eingeteilt: gesund (kein Befall sichtbar), schwacher Befall, mittlerer Befall und starker Befall. Um die Parzellen vergleichen zu können wird durch unterschiedliche Gewichtung des Befalls ein gewogenes Mittel unter Verwendung folgender Formel berechnet:

$$\frac{1 \times n \text{ gesunde Dolden} + \text{befallene Dolden} (2 \times n \text{ schwach} + 3 \times n \text{ mittel} + 4 \times n \text{ stark})}{\text{Dolden gesamt}}$$

= gewogenes Mittel

3.9 Datenlogger-Einsatz

Da im ersten Projektjahr insbesondere am Versuchsstandort Starzhausen sowohl beim Habitus der Pflanzen als auch bei der Intensität des Spinnmilbenbefalls Unterschiede zwischen den Parzellen beobachtet wurden, wurden in der Saison 2019 als Tastversuch Datenlogger an entsprechenden Stellen im Hopfengarten aufgehängt. Diese zeichneten über

einen Zeitraum von Anfang Juli (5.7.19) bis kurz vor der Ernte (28.8.19) Temperatur [°C] und relative Luftfeuchtigkeit [%] auf. Platziert wurden die Parzellen in drei Parzellen (3a, 2a und 4c) an repräsentativen Hopfenreben im Boniturbereich der Parzelle sowie einmal an einer Säule und einmal am Rand des Hopfengartens an einem Anker der Gerüstanlage (Abbildung 7). Abgesehen vom Anker wurden an jeder Position im Hopfengarten jeweils drei Datenlogger in den drei üblichen Bonitürhöhen der Blattbonitur befestigt (Abbildung 6). Die Auswahl der Parzellen erfolgte aufgrund der Beobachtungen im Vorjahr, wobei Parzelle 3a besonders kräftigen Wuchs mit dicken, kräftigen Pflanzen, 2a gute, durchschnittliche Hopfenpflanzen und 4c schwachen Wuchs mit geringem Ertrag aufwies.

Im Jahr 2020 wurden erneut an je vier Hopfenreben Datenlogger in den drei Bonitürhöhen in den Versuchshopfengärten Oberulrain und Starzhausen von Anfang Juni bis Ende Juli aufgehängt. Es wurde jeweils eine Hopfenrebe direkt neben den Boniturreben ausgewählt, um durch Blattnahme an den Boniturreben Beschattung und Luftfeuchte nicht zu verfälschen.



Abbildung 6: Befestigung eines Datenloggers an der Hopfenrebe, weitgehend geschützt vor direktem Regen und direkter Sonneneinstrahlung

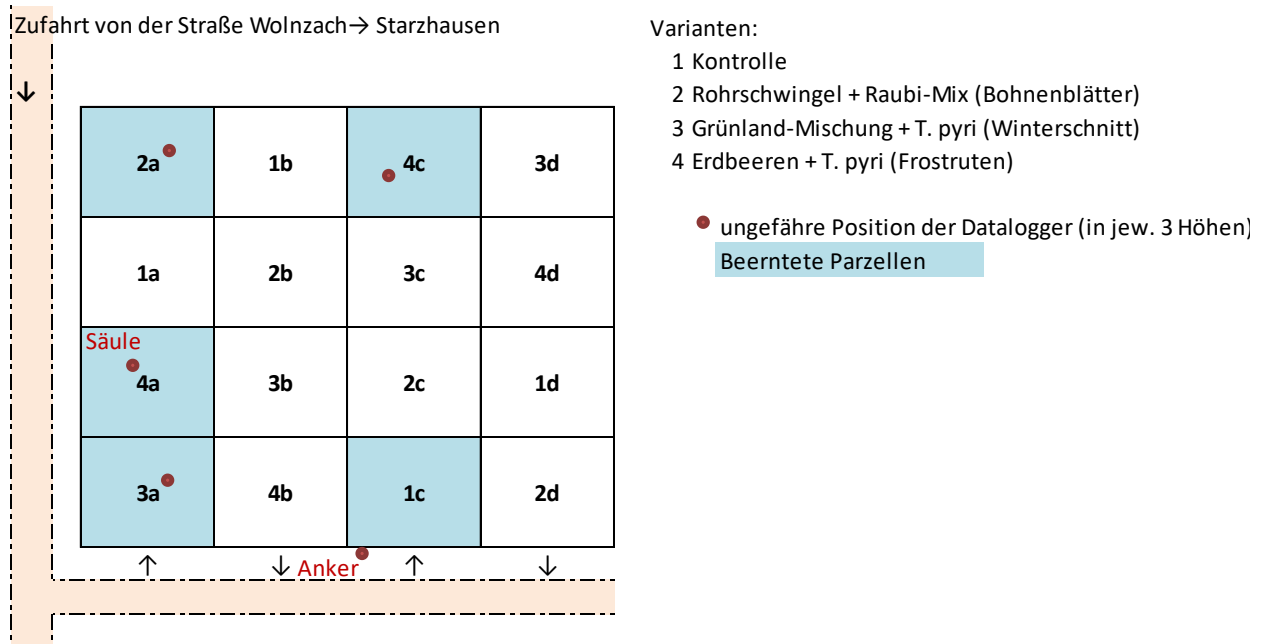
Versuchsgarten Starzhausen 2019

Abbildung 7: Position der Datenlogger im Versuchshopfungarten Starzhausen, Saison 2019

3.10 Statistik

Für die Blattbonitur wurde der Spinnmilbenbefall der einzelnen Blätter zu einem durchschnittlichen Befall als Spinnmilben/Blatt je Parzelle zusammengefasst und ein Mittelwert für jede Variante aus den vier Wiederholungen gebildet. So können die Varianten je Standort zu jedem Boniturzeitpunkt untereinander verglichen werden. Zum Vergleich der Behandlungsvarianten bzw. Parzellen bei der Ernte wird jeweils der Mittelwert des Ertrags bzw. des Qualitätsmerkmals (α -Säuren-Gehalt oder Doldenschaden) der vier Wiederholungen einer Parzelle gebildet und diese statistisch einer Varianzanalyse unterzogen.

In der Mehrheit der Fälle wurde zur Varianzanalyse eine einfaktorielle ANOVA angewandt, wobei als Signifikanzniveau einheitlich $p < 0,05$ festgelegt wurde. Welche Varianten sich gegebenenfalls voneinander unterschieden, wurde über den Tukey-Test mit 95 % Konfidenz-Level festgestellt. Bei fehlender Varianzhomogenität (überprüft mittels Bartlett's bzw. Fliegner-Killeen-Test) wurde stattdessen auf den Kruskal-Wallis Rangsummen-Test zurückgegriffen, wonach als Post-hoc-Test ein paarweiser Wilcoxon-Test angewendet wurde.

Alle statistischen Berechnungen wurden mit der Software R bzw. der Anwendersoftware RStudio durchgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Benzendorf

Am Versuchsstandort Benzendorf baute sich in allen drei Versuchsjahren kein relevanter Spinnmilbenbefall auf. Ab August, also relativ spät, stieg die Zahl der Spinnmilben pro Blatt jeweils etwas an. Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten traten zu keinem Boniturtermin auf. Entsprechend wurde auf eine Versuchsernte des Standortes verzichtet, da keine aussagekräftigen Ergebnisse zu erwarten waren. 2020 entfiel die sechste Bonitur direkt vor der Ernte aufgrund von Regen; Die Bonitur wurde wegen des sehr geringen Befalls (im Schnitt weniger als einer Spinnmilbe pro Blatt) nicht mehr nachgeholt.

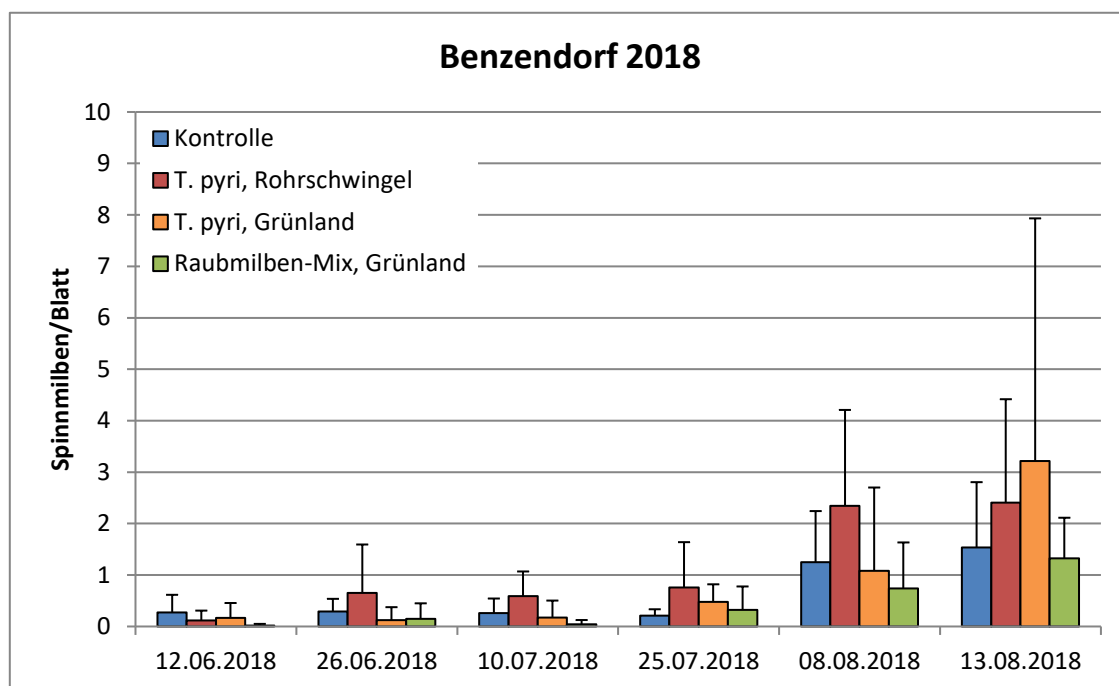


Abbildung 8: Ergebnisse der Blattbonitur Benzendorf 2018: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt ($n=120$), zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant

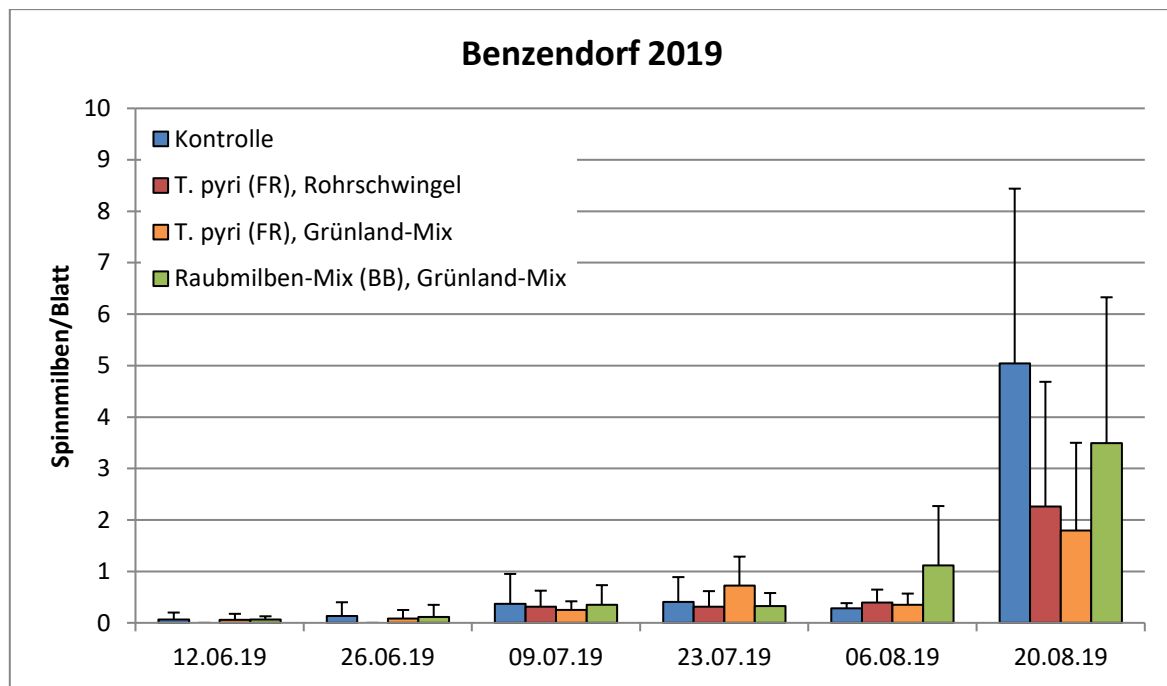


Abbildung 9: Ergebnisse der Blattbonitur Benzendorf 2019: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt ($n=120$), zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant

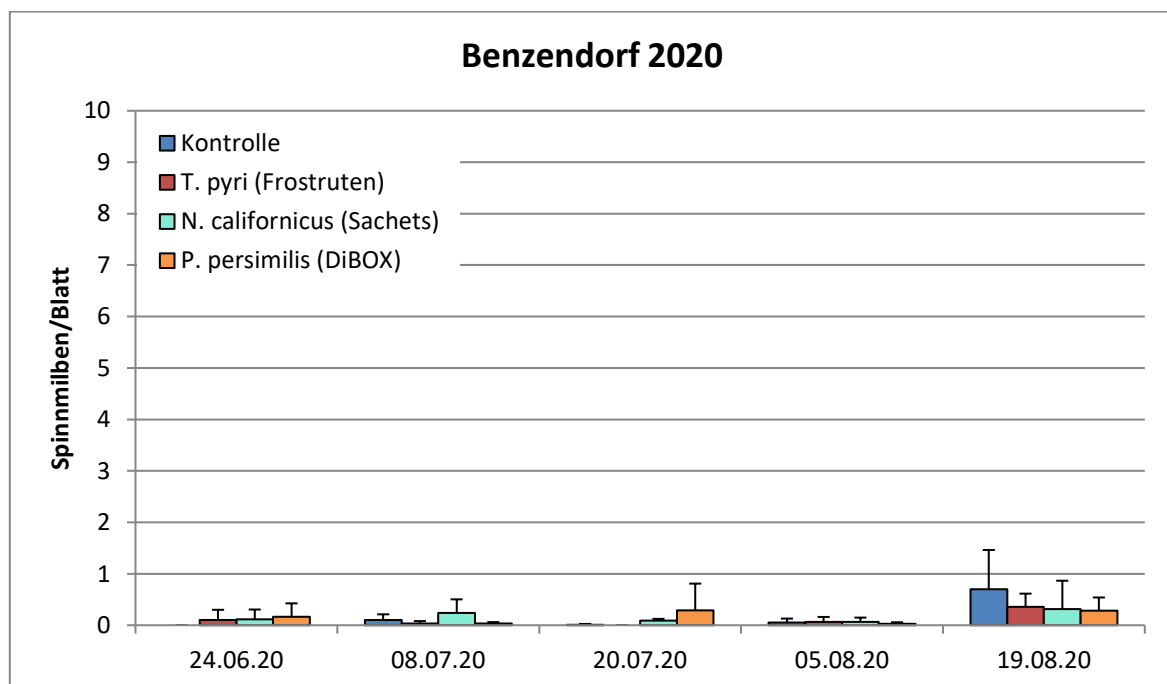


Abbildung 10: Ergebnisse der Blattbonitur Benzendorf 2020: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt ($n=120$); zu keinem der fünf Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant

4.2 Laipersdorf

4.2.1 Blattbonitur Laipersdorf 2018

Im Versuchsgarten Laipersdorf stieg der Spinnmilbenbefall über den gesamten Boniturzeitraum hinweg recht kontinuierlich an. Es konnte zwar zu keinem Boniturtermin ein statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) festgestellt werden, jedoch ergab sich in Abbildung 14 ein gleichbleibendes Muster einer Tendenz, nach der dort, wo *T. pyri* eingesetzt worden war, etwas weniger Spinnmilben gefunden wurden als in den unbehandelten Kontroll-Parzellen und in den Parzellen mit Raubmilben-Mix noch weniger. Daher wurde eine Versuchsernte durchgeführt, die weitere Ergebnisse liefern sollte.

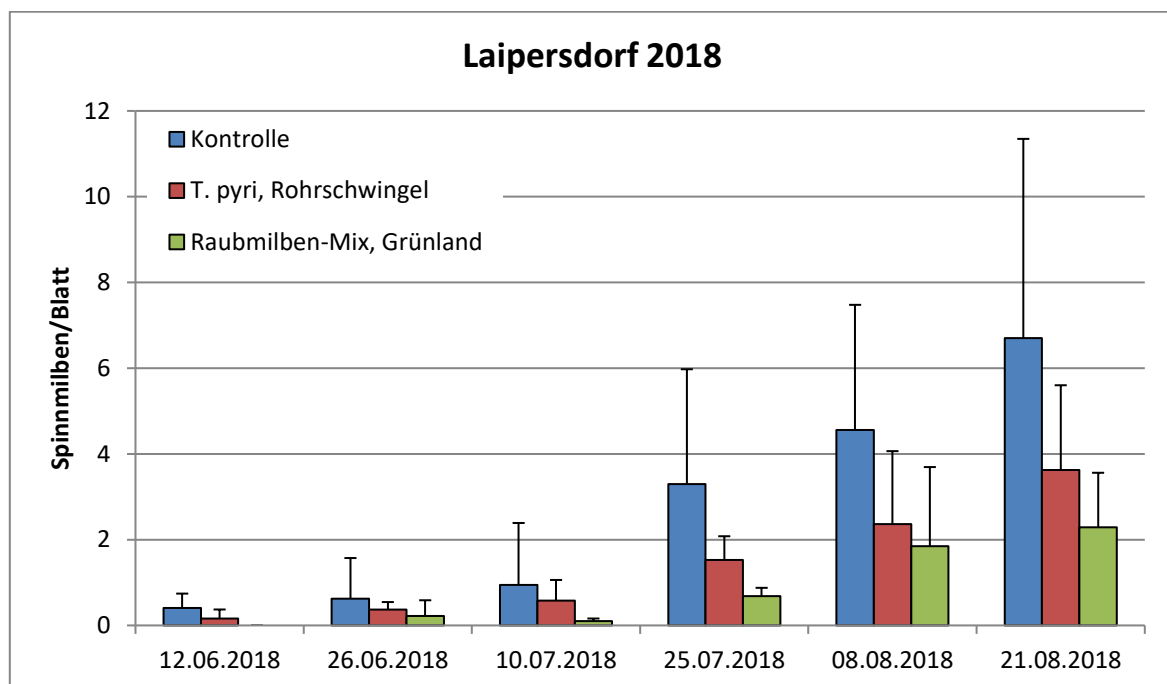


Abbildung 11: Ergebnisse der Blattbonitur Laipersdorf 2018: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt ($n=120$), zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant

4.2.2 Ertrag und Qualität Versuchsernte Laipersdorf 2018

Beim Ertrag spiegelt sich das Ergebnis der Blattbonituren wider: Es deutet sich tendenziell ein höherer Ertrag in den Parzellen mit Raubmilben-Einsatzes an (Abbildung 12), vor allem in den Parzellen mit Frostruten (*T. pyri*), aber es zeigt sich kein statistisch eindeutiger Unterschied. Auch die α -Säure-Gehalte der Varianten unterscheiden sich statistisch nicht, obgleich das Muster wieder eine positive Auswirkung des Raubmilben-Einsatzes in Form von Frostruten mit heimischen Raubmilben (*T. pyri*) suggeriert (Abbildung 12). Die Doldenbonitur (Abbildung 13) zeigt ebenfalls keine Unterschiede in der Anzahl geschädigter Dolden bzw. Intensität der Schädigung.

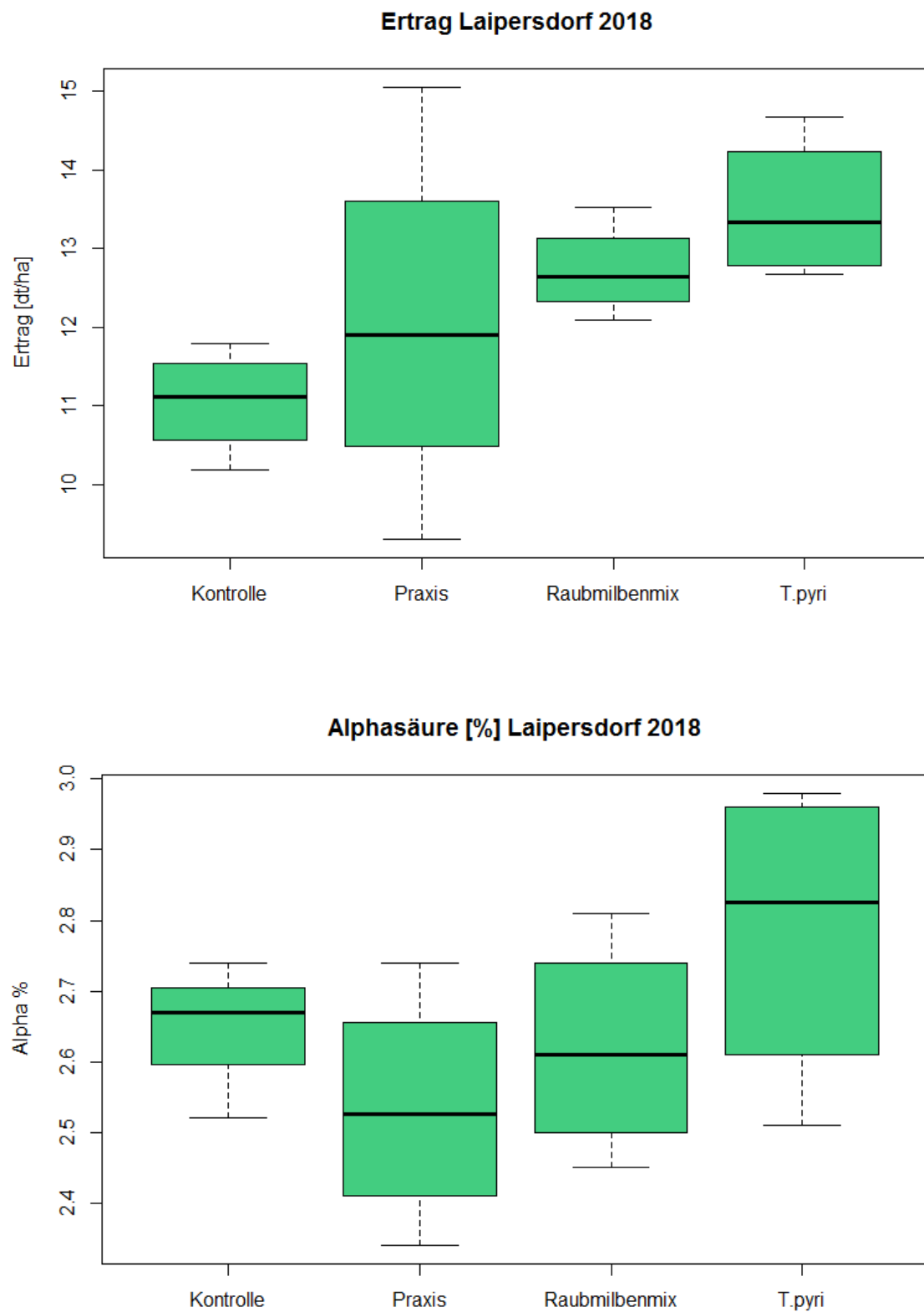


Abbildung 12: Ertrag und α -Säure-Gehalt der Versuchsernte am Standort Laipersdorf, zwischen den Behandlungsvarianten zeigen sich jeweils keine signifikanten Unterschiede

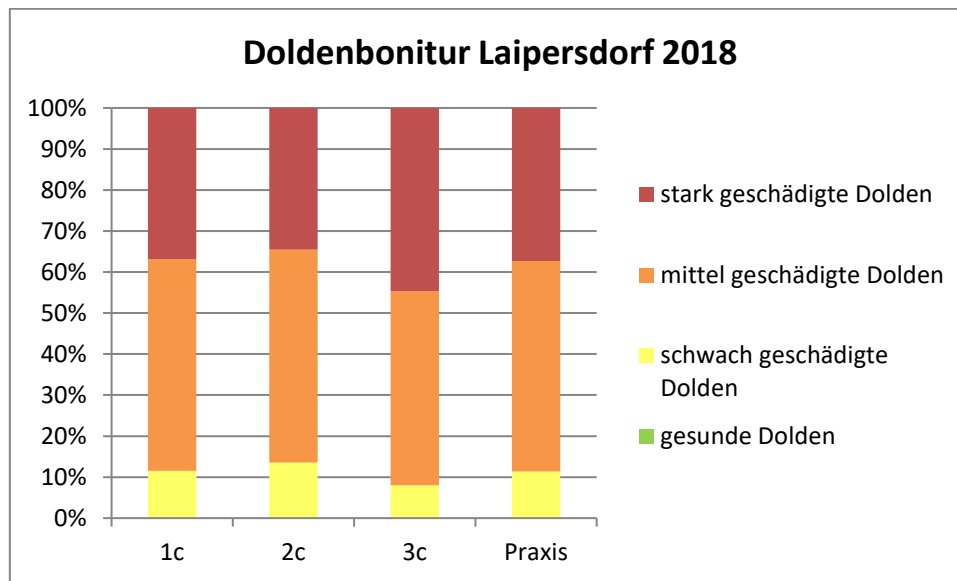


Abbildung 13: Doldenbonitur Laipersdorf (je Parzelle 4x500 Dolden ausgezählt), Darstellung des Doldenschadens der jeweiligen Parzellen

4.2.3 Blattbonitur Laipersdorf 2019 und 2020

In den Jahren 2019 und 2020 Im Versuchshopfungarten Laipersdorf lag der Spinnmilbenbefall über den gesamten Boniturzeitraum hinweg auf sehr niedrigem Niveau. Es konnte zu keinem Boniturtermin ein statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den Behandlungsvarianten festgestellt werden, auch wenn augenscheinlich die unbehandelte Kontrolle stärker befallen war. Aus diesen Gründen wurde für diesem Standort auf die Durchführung einer Versuchsernte verzichtet.

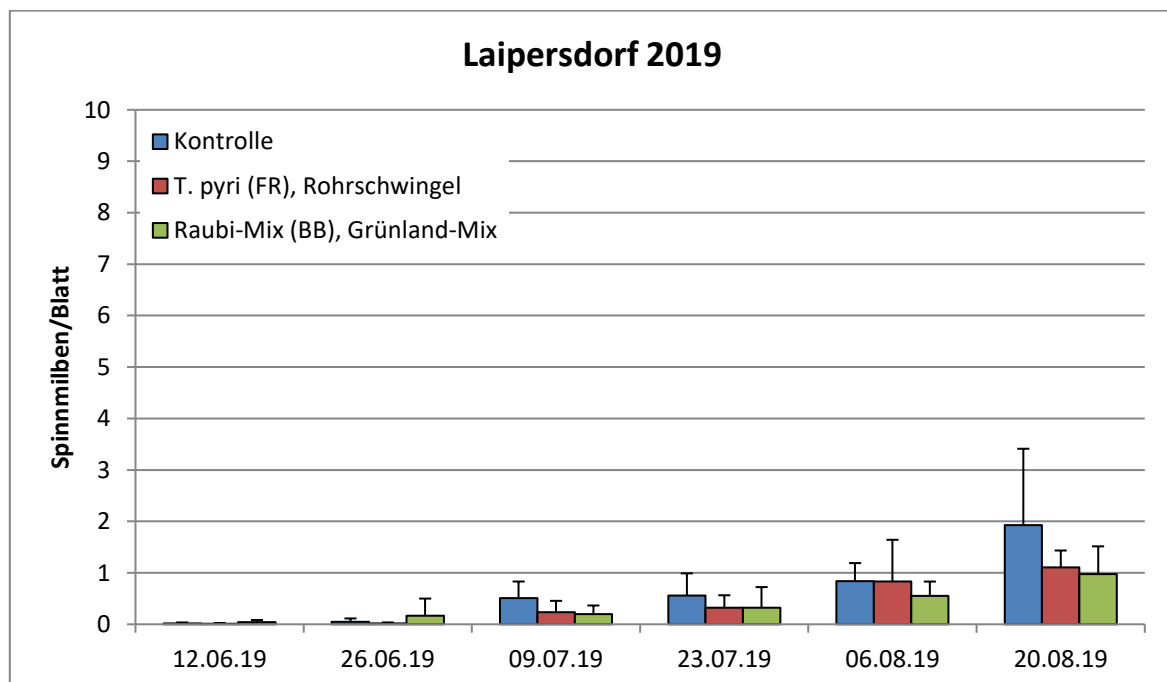


Abbildung 14: Ergebnisse der Blattbonitur Laipersdorf 2019: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt ($n=120$), zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant

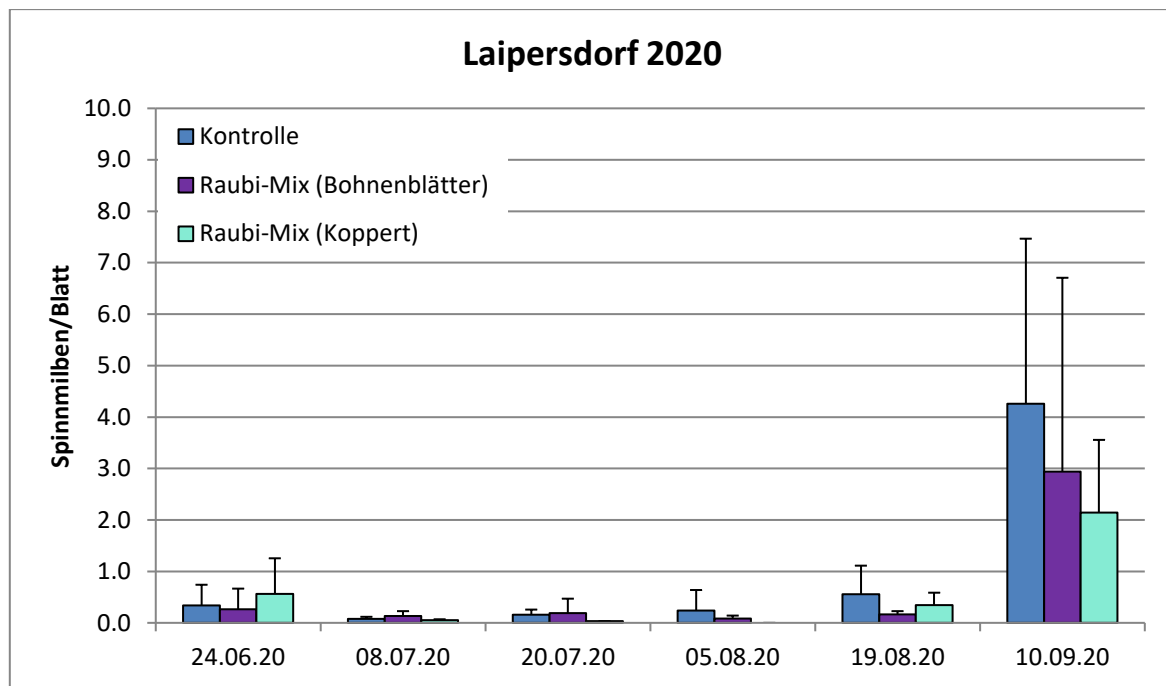


Abbildung 15: Ergebnisse der Blattbonitur Laipersdorf 2020: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt ($n=120$), zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant

4.3 Oberulrain

4.3.1 Blattbonitur Oberulrain 2018

Am Standort Oberulrain war der Spinnmilbendruck schon zu Beginn des Versuchs hoch: Bei der Vorbonitur im Mai wurden auf einzelnen Blättern bis zu 130 Spinnmilben gefunden. Bei der ersten vollständigen Bonitur im Juni 2018 lagen die Mittelwerte der Varianten bereits zwischen 23 und 85 Spinnmilben pro Blatt. Bis Ende Juli stieg die Spinnmilbenanzahl stetig an, dabei zeigten sich im Juli dann auch eindeutige Unterschiede zwischen den Varianten. Am 11.07.2018 unterschieden sich die beiden Ausbringungsmethoden des Raubmilbenmix, also Mini-AirBug und Bohnenblätter, signifikant voneinander (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$). Am darauffolgenden Boniturtermin unterschied sich die Behandlung Raubmilbenmix (Bohnenblätter) signifikant von der Kontrolle sowie den Behandlungen mit dem Raubmilbenmix (Mini-AirBug) und *A. andersoni* (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).

Am 23.07.2018 konnten von jeder Variante nur noch drei Wiederholungen bonitiert werden, da ein Block (a) mit allen Wiederholungen am 19.07.2018 überspritzt werden musste, um eine Ausbreitung des extremen Spinnmilbenbefalls auf andere Teile des Hopfengartens sowie einen benachbarten Hopfengarten zu verhindern. Nach der Bonitur vom 23.07.2018 wurde entschieden auch den stark mit Spinnmilben befallenen Block (d) am anderen Ende des Hopfengartens zu überspritzen, um ebenfalls ein Übergreifen auf benachbarte Flächen zu verhindern, was am 27.07.2018 vom Versuchslandwirt umgesetzt wurde. Es wurde jeweils das Akarizid Envidor (Wirkstoff Spirodiclofen) eingesetzt, welches nach Angaben des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit als

schwach schädigend für Populationen der Art *Typhlodromus pyri* eingestuft wird (Umwelt-Kennzeichnungsaufgaben NN234). Ab Anfang August wurden allerdings auch in den übrigen Parzellen nur noch vereinzelt Spinnmilben auf den Blättern gefunden; entsprechend sank auch die Zahl der gefundenen Raubmilben.

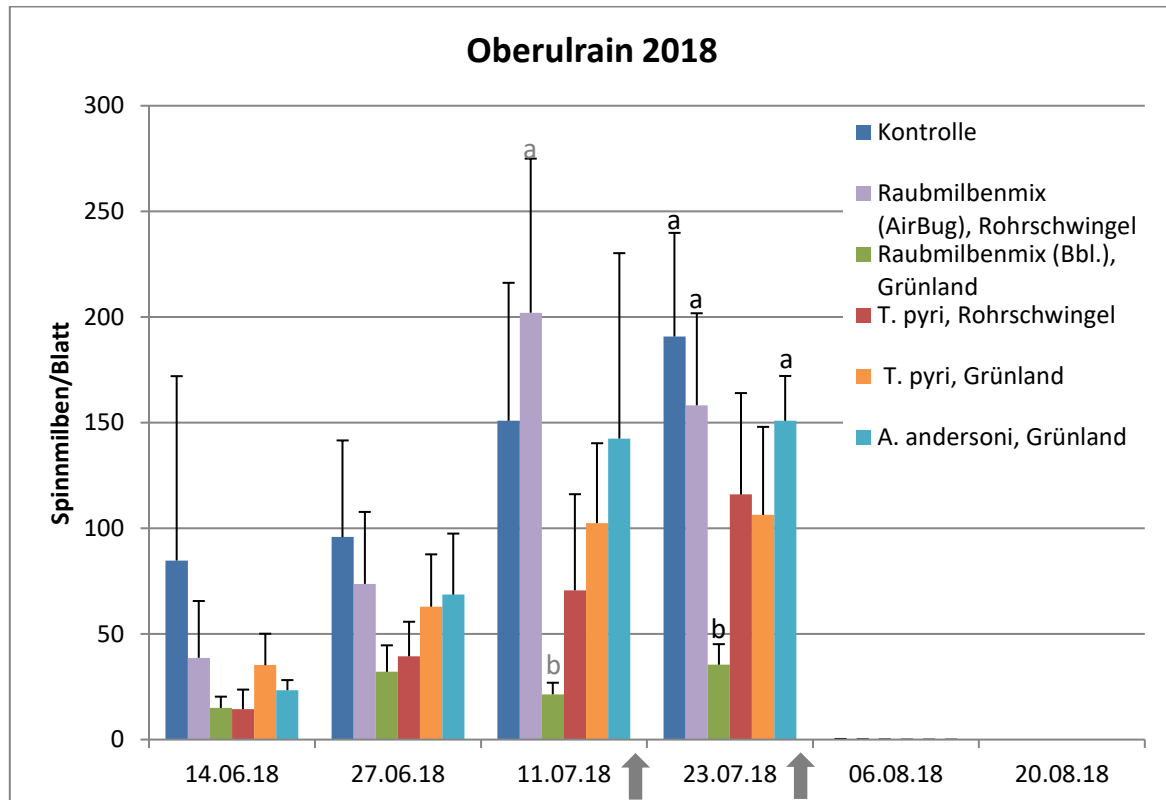


Abbildung 16: Ergebnisse der Blattbonitur Oberulrain 2018: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt ($n=120$) in den sechs VG zu den Boniturterminen. Die beiden grauen Pfeile zeigen die Zeitpunkte (19. und 27.07.2018), zu denen jeweils ein Parzellenblock überspritzt wurde, um eine Ausbreitung des Spinnmilbenbefalls auf benachbarte Flächen zu unterbinden. Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen zeigen sich nur am 27.06.2018 zwischen den beiden Varianten des Raubmilbenmix und am 11.07.2018 zwischen der Variante Raubmilbenmix (Bohnenblätter) und den Varianten Kontrolle, Raubmilbenmix (Mini-AirBug) und *A. andersoni* (jeweils einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).

4.3.2 Ertrag und Qualität Versuchsernte Oberulrain 2018

Sowohl beim Ertrag als auch beim α -Säure-Gehalt zeigten sich am Standort Oberulrain Unterschiede beim Vergleich der Behandlungsvarianten, sowohl untereinander als auch im Vergleich zur Praxis, in der chemischer Pflanzenschutz nach den geltenden Regeln und Empfehlungen erfolgt war. Die unbehandelte Parzelle lieferte signifikant weniger Ertrag als die übrigen Parzellen dieses Standortes, die Praxisparzelle lieferte allerdings auch signifikant mehr Ertrag als alle behandelten Parzellen außer 3c. Die unbehandelte Kontrollparzelle 1c unterschied sich im α -Säure-Gehalt signifikant von allen anderen Parzellen außer 5c. Des Weiteren unterschied sich die Praxis-Parzelle von den Parzellen 4c, 5c und 6a durch einen höheren Gehalt an α -Säure.

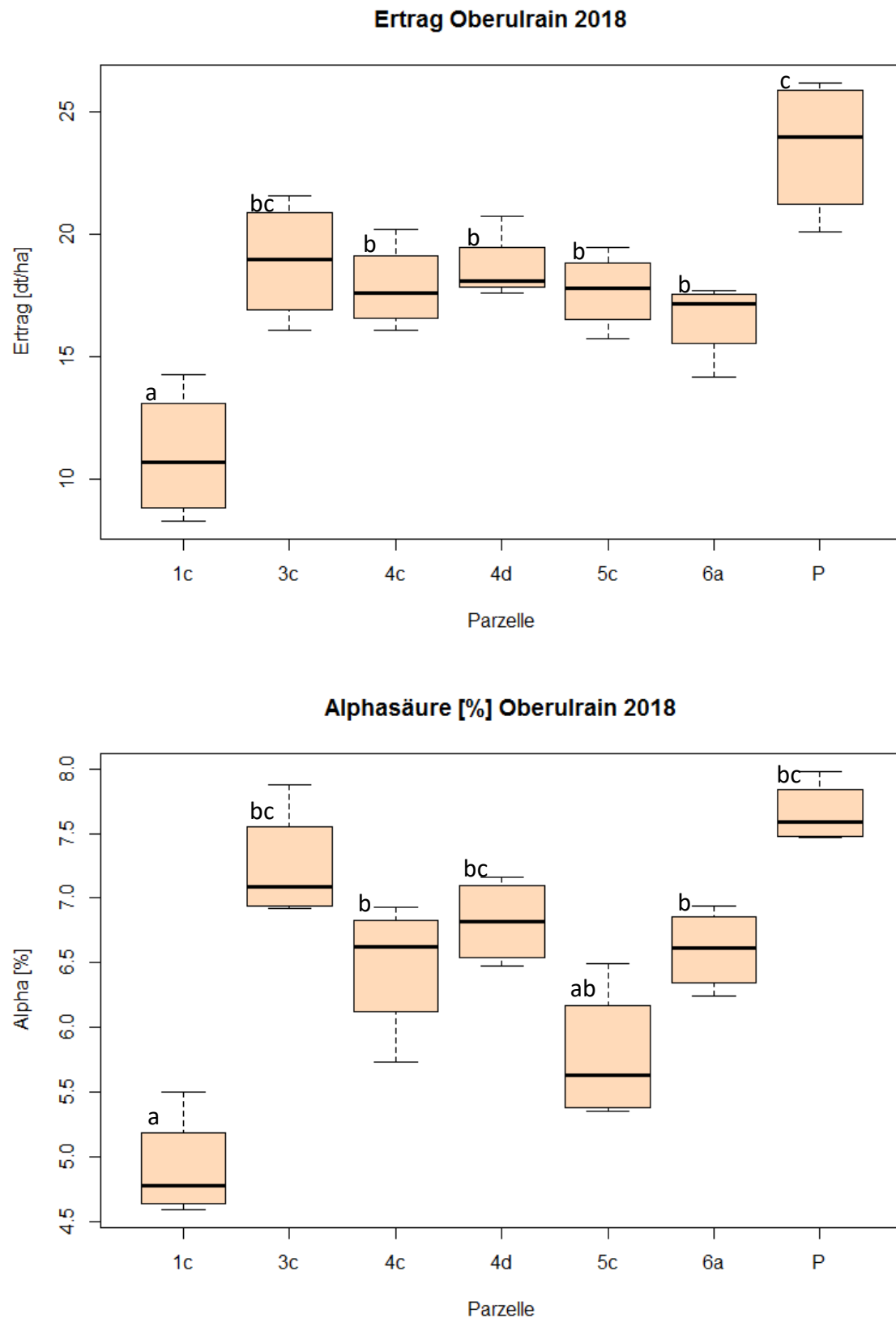


Abbildung 17: Ertrag [dt/ha] und Alphasäuregehalt [%] der Versuchsernte 2018 am Standort Oberulrain; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Ergebnisse der Parzellen unterscheiden sich signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$)

Betrachtet man den Alphasäure-Ertrag [kg/ha] als Gesamtergebnis, so spiegelt dieser das Ergebnis der beiden Einzelbetrachtungen in deutlicherer Form wider: Die unbehandelte Kontrolle schneidet signifikant schlechter ab als alle übrigen VG, die Praxisparzelle signifikant besser.

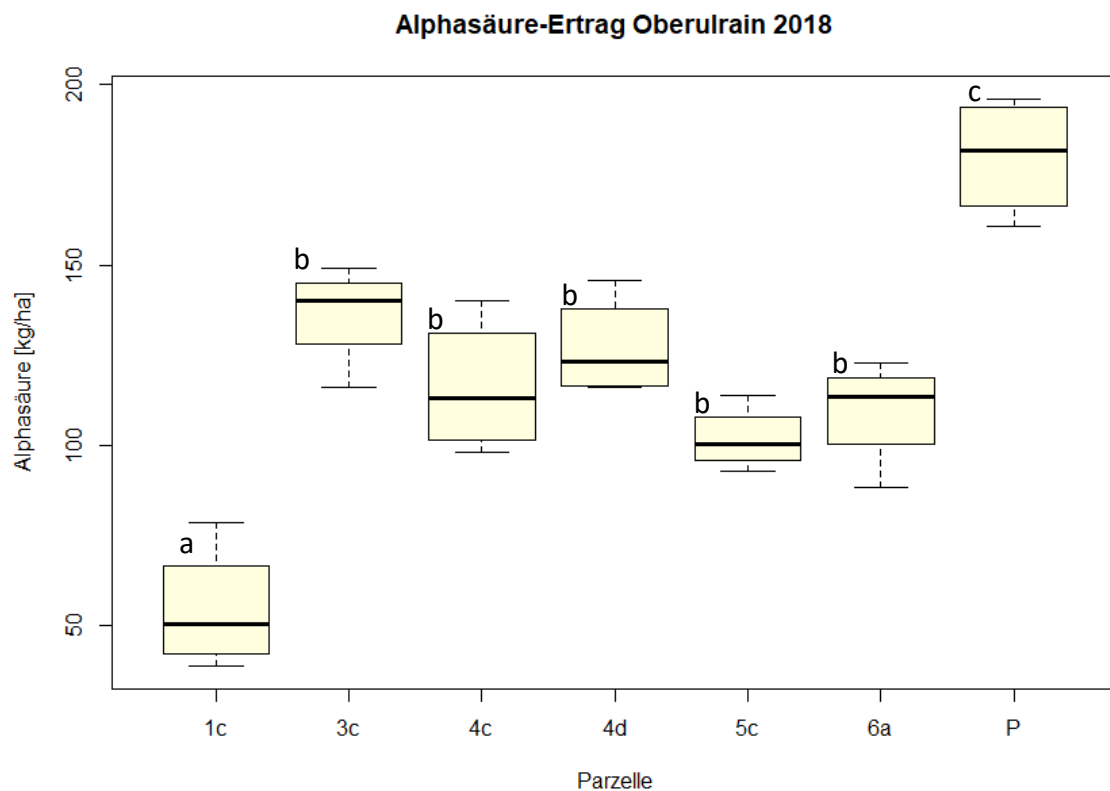


Abbildung 18: Alphasäureertrag [kg/ha] der Versuchsernte Oberulrain 2018; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Ergebnisse der Parzellen unterscheiden sich signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$)

Bei der optischen Qualitätsermittlung mittels Doldenbonitur konnten am Standort keine gesunden Dolden ohne jeglichen Befall gefunden werden. Der Anteil stark geschädigter Dolden unterschied sich hingegen, was in Abbildung 19 grafisch dargestellt ist: Die Dolden der Praxisparzelle waren signifikant weniger stark geschädigt als die Dolden der meisten Versuchspartzellen, abgesehen von 5c und 6a. Innerhalb der Versuchspartzellen zeigte sich ein signifikanter Unterschied nur zwischen 6a (am wenigstens stark geschädigt) und 3c (hoher Anteil stark geschädigter Dolden) (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).

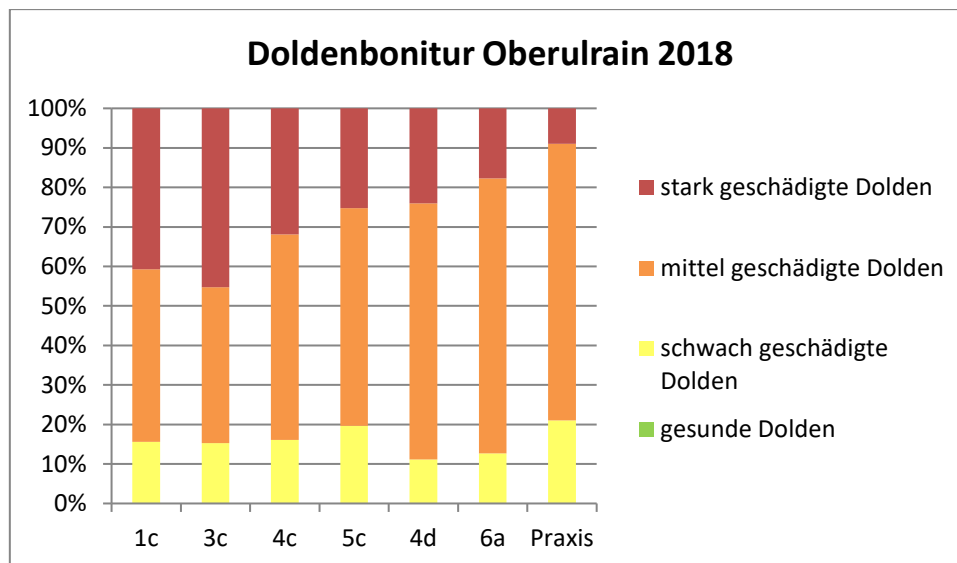


Abbildung 19: Doldenbonitur Oberulrain 2018, Darstellung des Doldenschadens der geernteten Parzellen

4.3.3 Blattbonitur Oberulrain 2019

Am Standort Oberulrain war, wie auch schon im ersten Versuchsjahr, ein stärkerer Spinnmilbenbefall als an den übrigen Standort zu verzeichnen. Bereits Mitte Juli erreichte die Kontrolle sowie VG 4 (*T. pyri* (Frostruten), Rohrschwengel) eine durchschnittlich knapp zweistellige Spinnmilbenzahl pro Blatt, während die übrigen Varianten noch bei der nächsten und, abgesehen von VG 6, selbst bei der übernächsten Bonitur Mitte August im einstelligen Bereich lagen. Auffällig war bei den hohen Spinnmilbenzahlen allerdings auch die hohe Standardabweichung zwischen den Wiederholungen einer Variante, da einzelne Parzellen deutlich stärker mit Spinnmilbe befallen waren als andere. Die Variante Raubmilben-Mix (Bohnenblätter) mit Rohrschwengel als Untersaat (VG 2) wies, wie auch schon im Vorjahr, eine relativ geringe Anzahl an Spinnmilben pro Blatt auf, ähnlich VG 3 (*T. pyri* (Frostruten), Grünland). Da sich bei VG 3 und 4 in der Behandlung nur die Einsaat unterschied und besonders eine Parzelle aus Versuchsglied 4 einen Ausreißer mit starkem Spinnmilbenbefall darstellte, wurde VG 4 für die weitere Auswertung nicht berücksichtigt, sondern lediglich VG 3. Die Ernte des schlechtesten Versuchsglieds von VG 4 (Wiederholung b) wurde dennoch durchgeführt, um eine angemessene Entschädigung des Ertragsausfalls für den Landwirts ermitteln zu können.

Trotz der oben genannten Beobachtungen konnte zu keinem Boniturtermin an diesem Standort ein signifikanter Unterschied zwischen den sechs Varianten (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$) nachgewiesen werden.

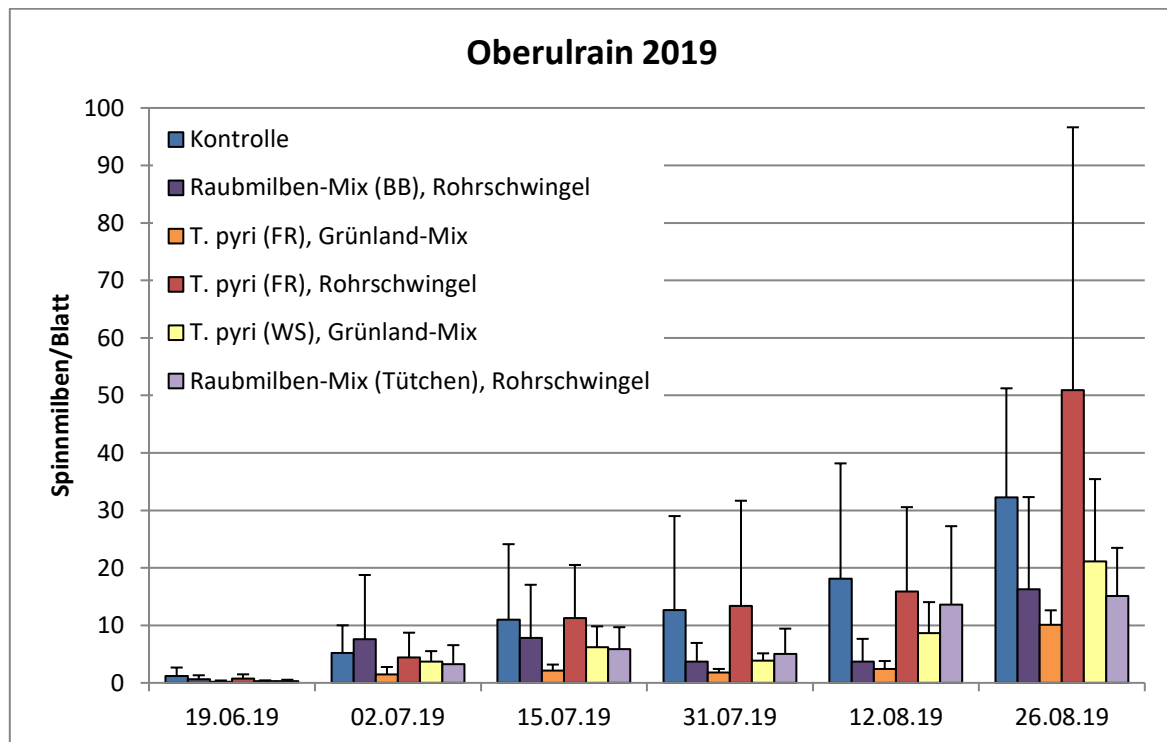


Abbildung 20: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Oberulrain: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt, zu keinem der sechs Boniturermine unterscheiden sich die Behandlungsvarianten signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$). Bei Variante 4 (T. pyri (FR), Rohrschwengel) gibt es einen Ausreißer, wodurch sowohl die durchschnittliche Anzahl an Spinnmilben/Blatt wie auch die Standardabweichung bei Variante 4 deutlich erhöht.

Vor der Ernte wurden in den Ernteparzellen, d.h. in Wiederholung „b“ jeder Variante sowie einer Praxisparzelle, 30 Blätter im üblichen Modus ausgewertet. Die Praxisparzelle am Standort Oberulrain wurde einmal Ende Juni mit dem Pflanzenschutzmittel Movento SC 100 (Wirkstoff Spirotetramat, Notfall-Zulassung im Hopfen für 2019 nach Art. 53 der EU-Verordnung Nr. 1107/2009) behandelt, das primär gegen Blattlaus eingesetzt wird, aber auch eine Nebenwirkung gegen die Gemeine Spinnmilbe aufweist.

Bei der Bonitur der (abgesehen von 4b, s.o.) repräsentativ ausgewählten Ernte-Parzellen am 10.09.2019 zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Varianten (Abbildung 21): Die Parzellen Praxis und 2b wiesen die geringste Anzahl an Spinnmilben und Spinnmilbeneiern auf. Der Befall der unbehandelten Kontrolle war signifikant höher als in den mit Raubmilben behandelten Varianten. 3b, 5b und 6b waren ebenfalls weniger stark befallen als die Kontrolle 1b und 4b, aber stärker als Praxis und 2b. Die Anzahl der Spinnmilbeneier lag in jeder Parzelle auf annähernd ähnlichem Level wie die Anzahl mobiler Stadien der Spinnmilbe. Wie bereits zuvor beschrieben, wies Parzelle 4b mit über 120 Spinnmilben pro Blatt einen untypisch hohen Spinnmilbenbefall auf.

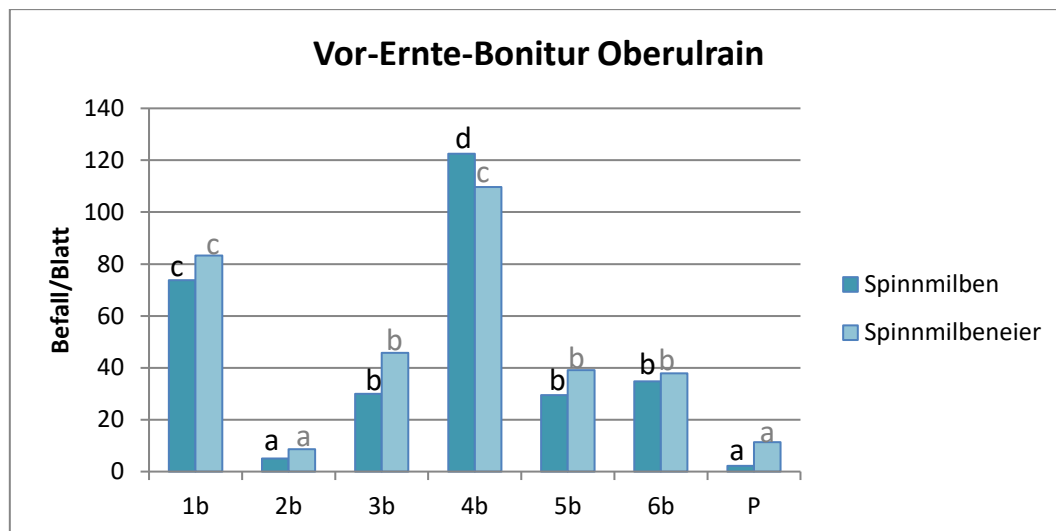


Abbildung 21: Ergebnis der Vor-Ernte-Bonitur in Oberulrain am 10.09.2019: Anzahl der Spinnmilben bzw. Spinnmilbeneier pro Blatt in den einzelnen Ernteparzelle, es wurde der Mittelwert aller beprobten Blätter einer Parzelle gebildet; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Werte unterscheiden sich signifikant voneinander (schwarz: Spinnmilben, grau: Spinnmilbeneier). (Die Standardabweichung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht angezeigt.)

4.3.4 Ertrag und Qualität Versuchsernte Oberulrain 2019

Sowohl beim Ertrag [dt/ha] als auch beim α -Säure-Gehalt zeigen sich am Standort Oberulrain Unterschiede beim Vergleich der Behandlungsvarianten zur Praxis (Abbildung 22). Ob Parzelle 4b in die Auswertung miteinbezogen wurde, veränderte die Aussagekraft der ANOVA nicht, 4b schnitt aber jeweils signifikant schlechter ab als die Praxis-Parzelle. In der weiteren Auswertung wird die Parzelle, wie oben erläutert, nicht weiter berücksichtigt.

Beim Ertrag zeigte sich lediglich für Parzelle 2b ein signifikanter Unterschied zur Praxis. Beim α -Säure-Gehalt unterschieden sich die Parzellen 1b und 6b durch signifikant höhere Gehalte von der Praxis. Da nur vereinzelt Unterschiede zwischen Behandlungsvarianten mit Raubmilben und der Praxis auftraten und diese bei Ertrag und α -Säure-Gehalt nicht die gleichen Parzellen betrafen, wurde zusätzlich der Ertrag in Form der erzielten α -Säuren pro ha ermittelt (Abbildung 23). Hierbei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ernteparzellen.

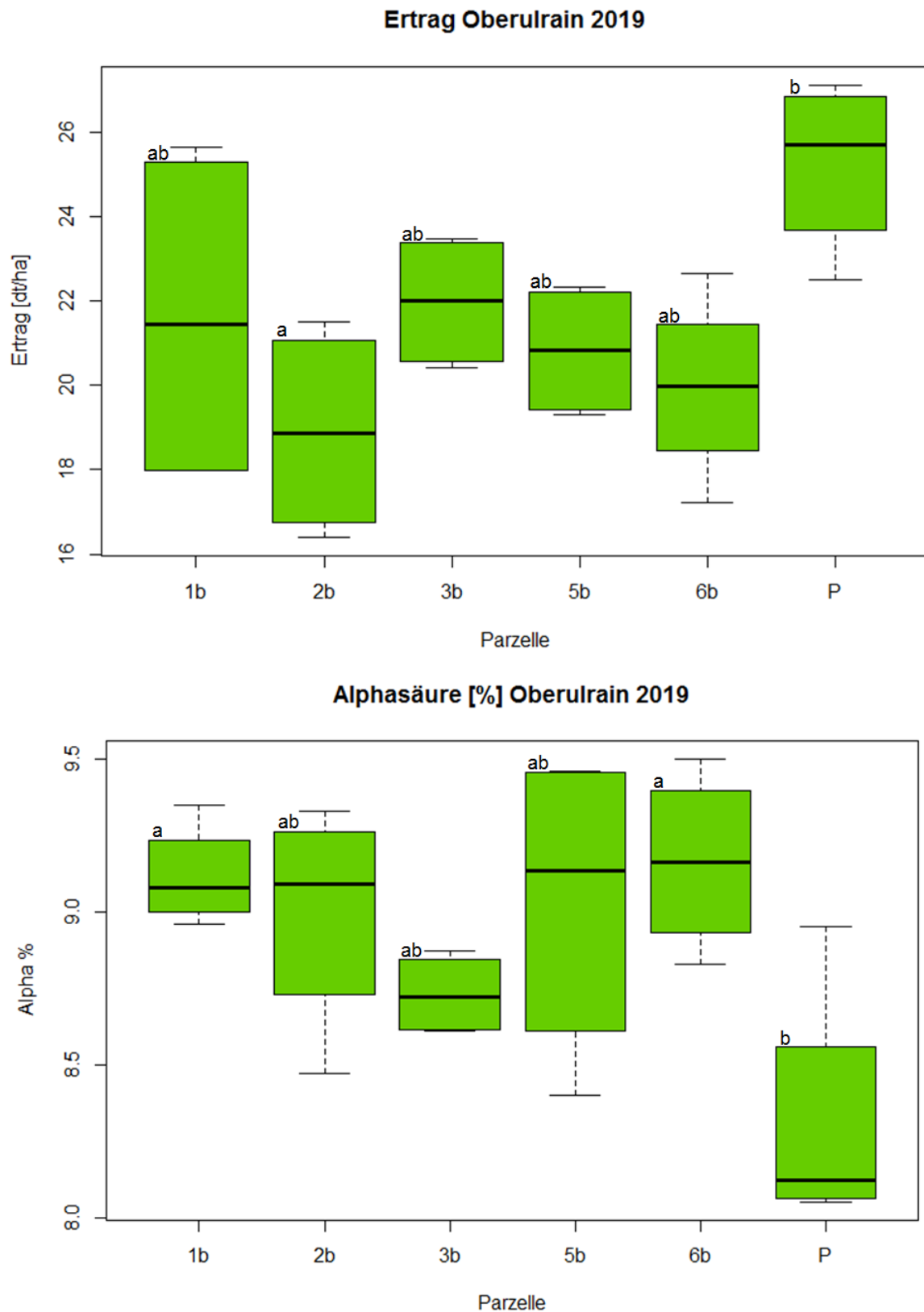


Abbildung 22: Ertrag [dt/ha] und Alphasäuregehalt [%] der Versuchsernte 2019 am Standort Oberulrain; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Ergebnisse der Parzellen unterscheiden sich signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$)

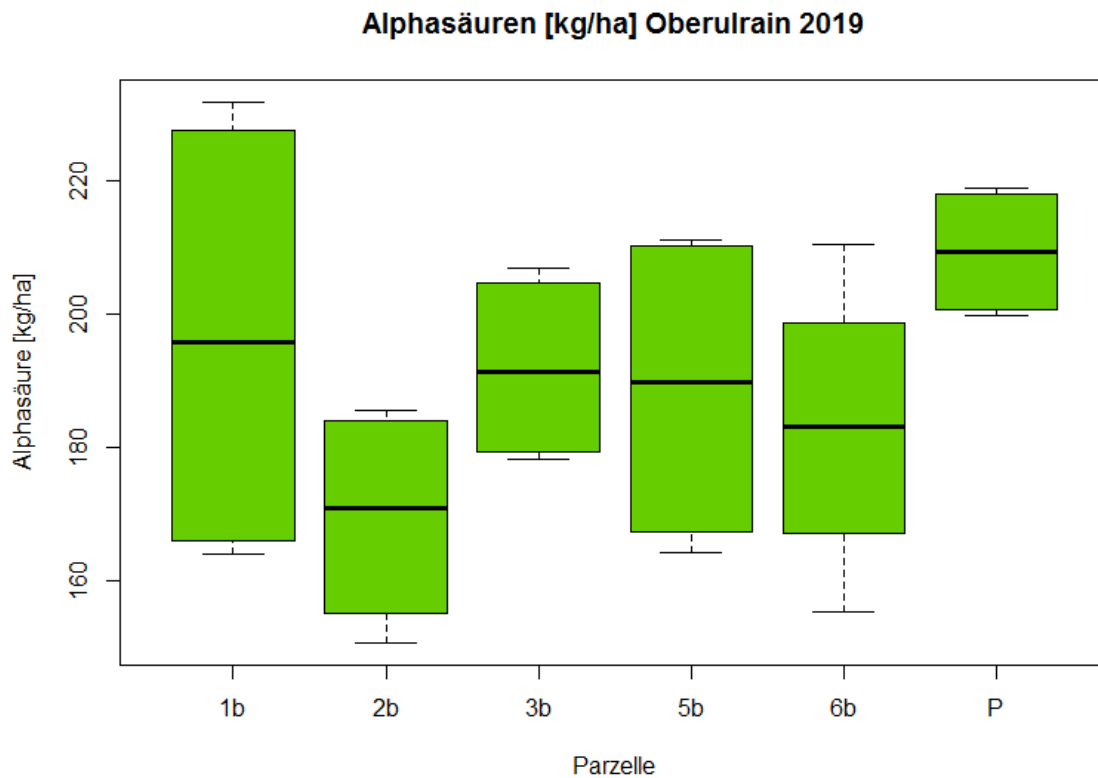


Abbildung 23: Ermittlung des Alphasäureertrags [kg/ha] der Versuchsernte Oberulrain 2019. Die Parzellen unterscheiden sich nicht signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).

Bei der optischen Qualitätsermittlung mittels Doldenbonitur konnten am Standort Oberulrain nur in zwei Parzellen, 2b und P, Dolden ohne Spinnmilbenbefall gefunden werden. Auch der Anteil stark geschädigter Dolden unterscheidet sich zwischen den Varianten, was in Abbildung 24 grafisch dargestellt ist: Die Dolden der Praxisparzelle waren signifikant weniger stark geschädigt als die Dolden der aller Versuchspartellen. Innerhalb der Versuchspartellen zeigte sich beim Gewogenen Mittel der Doldenschädigung ein signifikanter Unterschied im Vergleich zwischen der Kontrolle (1b), die sehr stark geschädigt war, mit 2b sowie 3b (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).

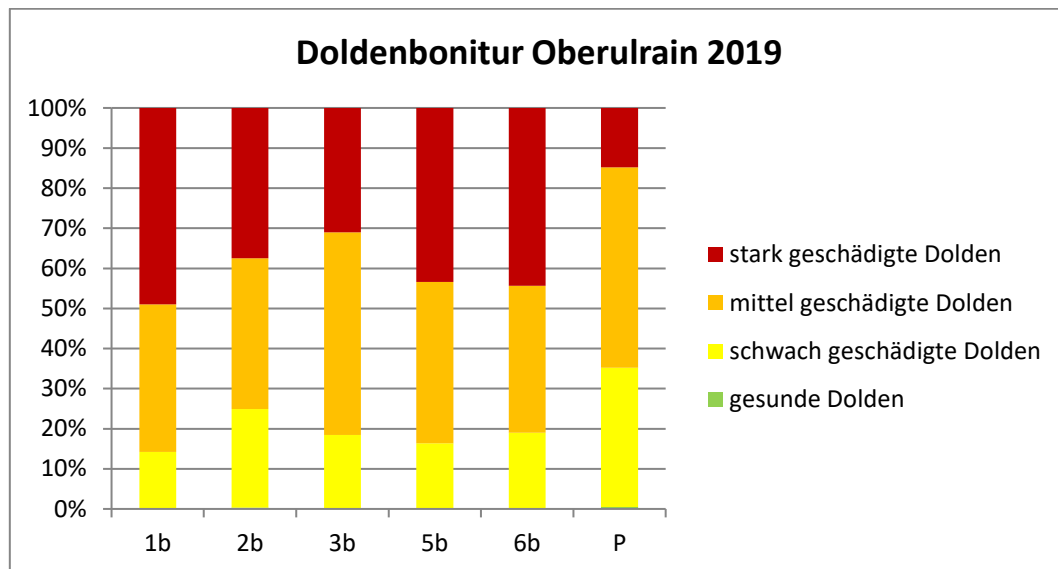


Abbildung 24: Doldenbonitur Oberulrain 2019, Darstellung des Doldenschadens der geernteten Parzellen. Die Schädigung der Dolden der Praxisparzellen ist signifikant geringer als in den Versuchspartzen, innerhalb des Versuchs sind 2b und 3b signifikant weniger durch Spinnmilbenbefall geschädigt als die Kontrolle.

4.3.5 Blattbonitur Oberulrain 2020

In der Saison 2020 war der Spinnmilbenbefall am Standort Oberulrain insgesamt deutlich niedriger als 2018, zeigte aber ebenfalls von Beginn an ein recht hohes Befallsniveau und es kam dann zu einem Zusammenbruch der Spinnmilbenpopulation im August. Beim ersten Boniturtermin zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den VG 2 und 4. Für die folgenden vier Boniturtermine ergaben sich aufgrund hoher Standardabweichungen keine signifikanten Unterschiede.

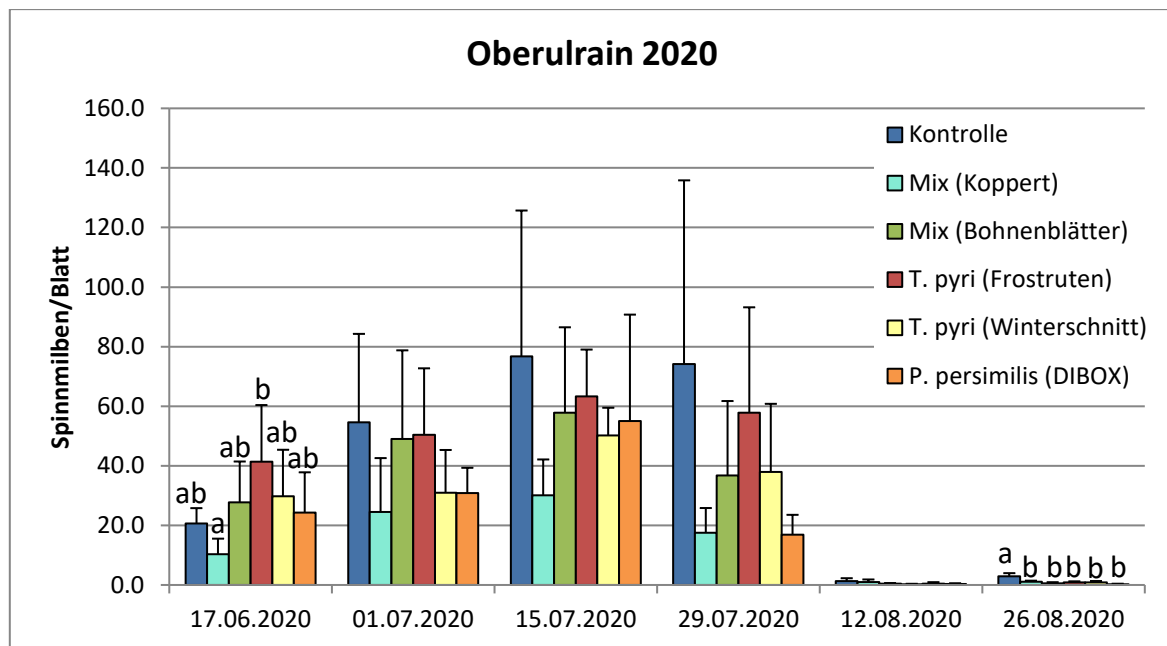


Abbildung 25: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Oberulrain: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt zu den einzelnen Boniturterminen (n=120). Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen zeigen sich nur beim ersten und letzten Boniturtermin: Am 17.06.2020 unterscheiden sich VG 2 und 4 voneinander. Am 26.08.2020 liegt der Spinnmilbenbefall der Kontrolle signifikant höher als der aller behandelten VG.

4.3.6 Ertrag und Qualität Versuchsernte Oberulrain 2020

Bei der Versuchsernte am Standort Oberulrain 2020 zeigten sich im Ertrag und im Alpha-säureertrag keine Unterschiede zwischen den VG. Der Alphasäuregehalt unterschied sich nach Auswertung mit dem Tukey-HSD-Test lediglich in der Form, dass der Wert für VG 5 höher lag als der Alphasäuregehalt der Praxis-Parzelle, im Alphasäureertrag schlug sich dies allerdings nicht nieder. Anhand der Werte des Alphasäureertrags zeigte sich dennoch, dass alle Raubmilben-Varianten etwa gleich einzustufen waren, während die unbehandelte Kontrolle tendenziell schlechter und die Praxisparzelle besser abschnitt, aber auch eine auffällig hohe Streuung der Werte aufwies.

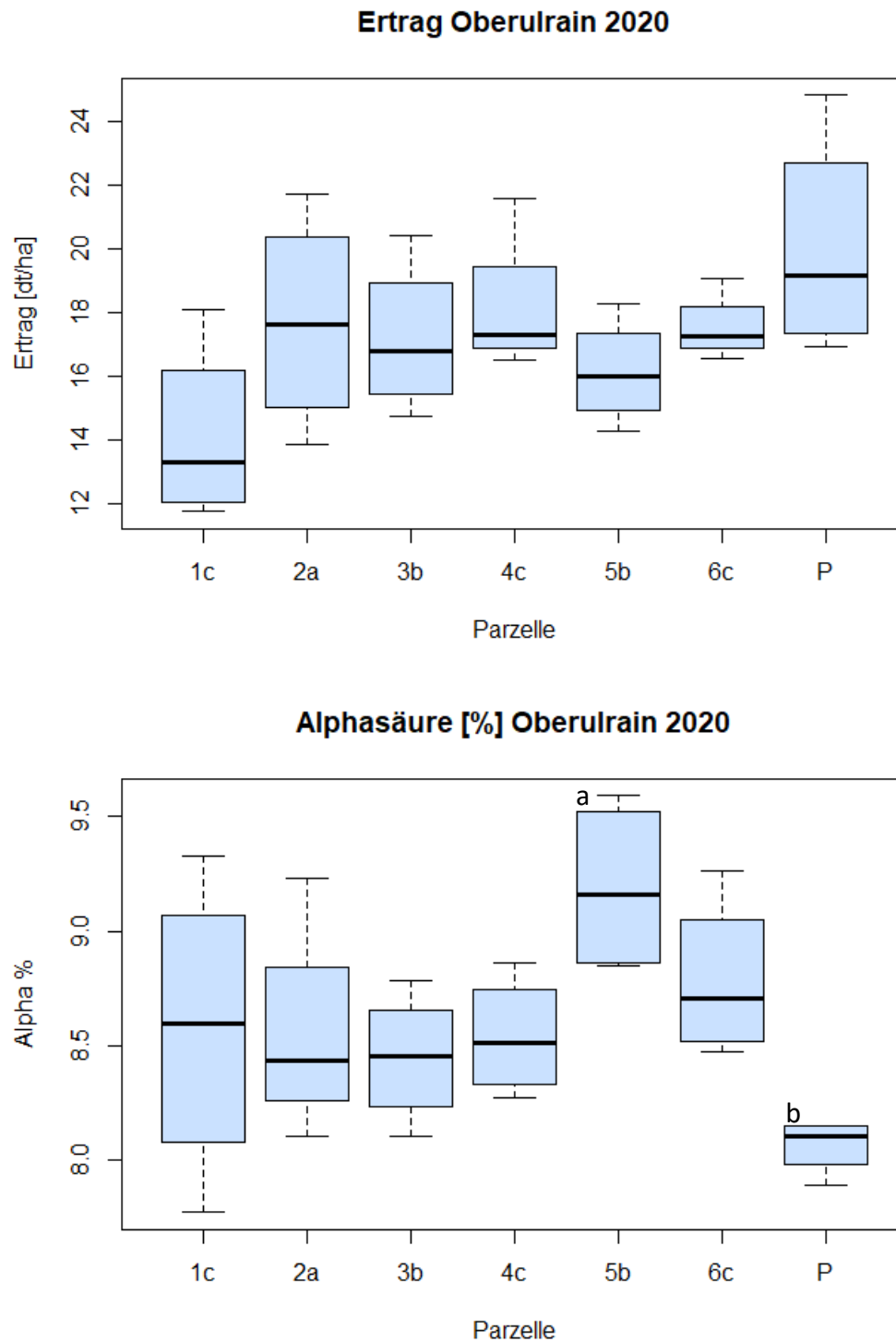


Abbildung 26: Ertrag [dt/ha] und Alphasäuregehalt [%] der Versuchsernte 2020 am Standort Oberulrain; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Ergebnisse der Parzellen unterscheiden sich signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).

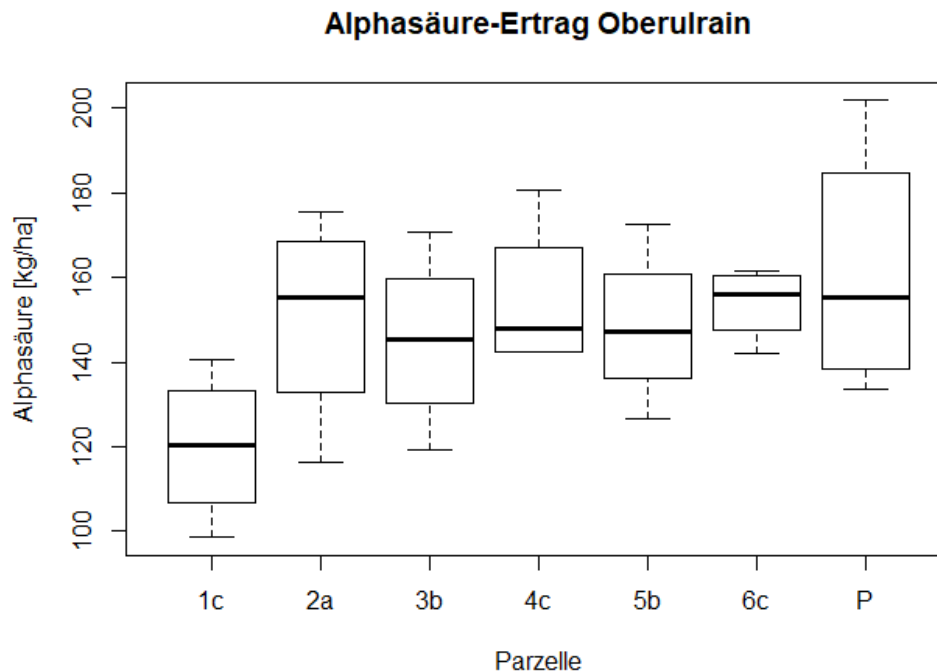


Abbildung 27: Ermittlung des Alphasäure-Ertrags [kg/ha] der Versuchsernte Oberulrain 2020. Die Parzellen unterscheiden sich nicht signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).

Die Doldenbonitur zeigte trotz des Zusammenbruchs der Spinnmilbenpopulation im August eine deutliche Schädigung der Hopfendolden. Dabei war die Doldenschädigung der Parzellen 4c, 5c und 6c besonders hoch (Gewogenes Mittel des Doldenbefalls signifikant höher als Praxis, 4c und 6c auch signifikant höher als 1c; einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).

Ein Vergleich der Doldenschädigung mit den Jahren 2018 und 2019 ist nicht zulässig, die visuelle Einstufung erlaubt lediglich einen Vergleich der VG eines Jahrgangs/ einer Bonitur.

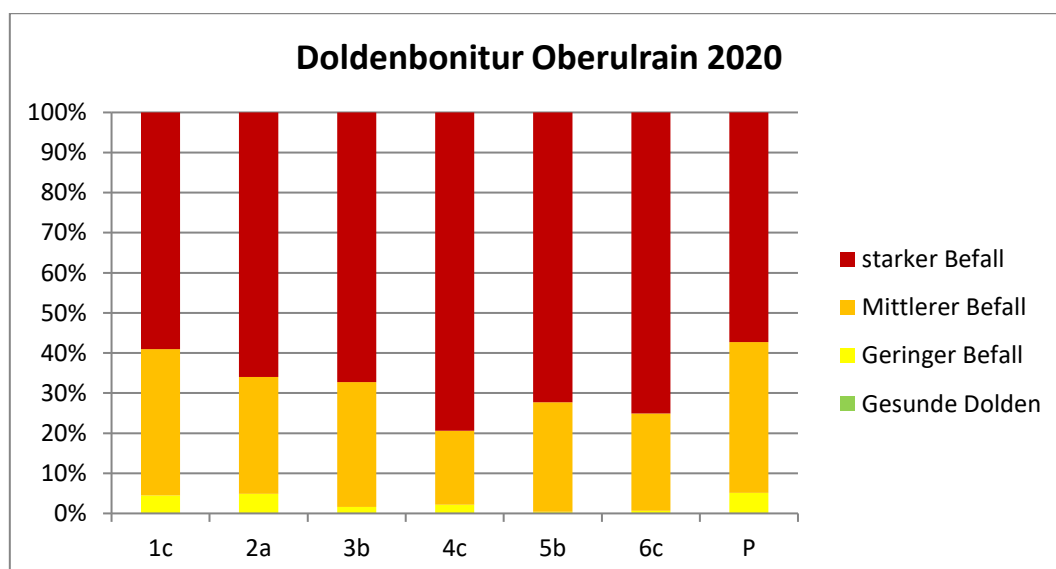


Abbildung 28: Doldenbonitur Oberulrain 2020, Darstellung des Doldenbefalls der geernteten Parzellen. Die Schädigung der Dolden der Praxisparzellen ist signifikant geringer als in den Versuchspartellen der VG 4, 5 und 6. Auch die Schädigung der Kontrollparzelle fällt geringer aus als die Doldenschädigung durch Spinnmilbe für die Parzellen 4c und 6c.

4.4 Starzhausen

4.4.1 Blattbonitur Starzhausen 2018

Am Standort Starzhausen lag die Anzahl der Spinnmilben pro Blatt bei der Vorbonitur bei im Schnitt einer Spinnmilbe pro zehn Blättern. Die Werte stiegen in den kommenden Wochen deutlich an, wobei der gesamte Verlauf ungleichmäßig war (Abbildung 29). Ende Juli bzw. Mitte August zeigte sich dabei auch ein signifikanter Unterschied (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$) zwischen Behandlungen. Zu beiden Terminen wies die Kontrolle signifikant mehr Spinnmilben pro Blatt auf als die Variante Raubmilbenmix, außerdem jeweils eine der Varianten mit *T. pyri*. In der Variante *T. pyri*, Erdbeeren fiel dabei eine Wiederholung (4c) durch besonders starken Spinnmilbenbefall auf, der auch im Hopfengarten deutlich sichtbar war. Diese Variante wurde daher in die Versuchsernte einbezogen.

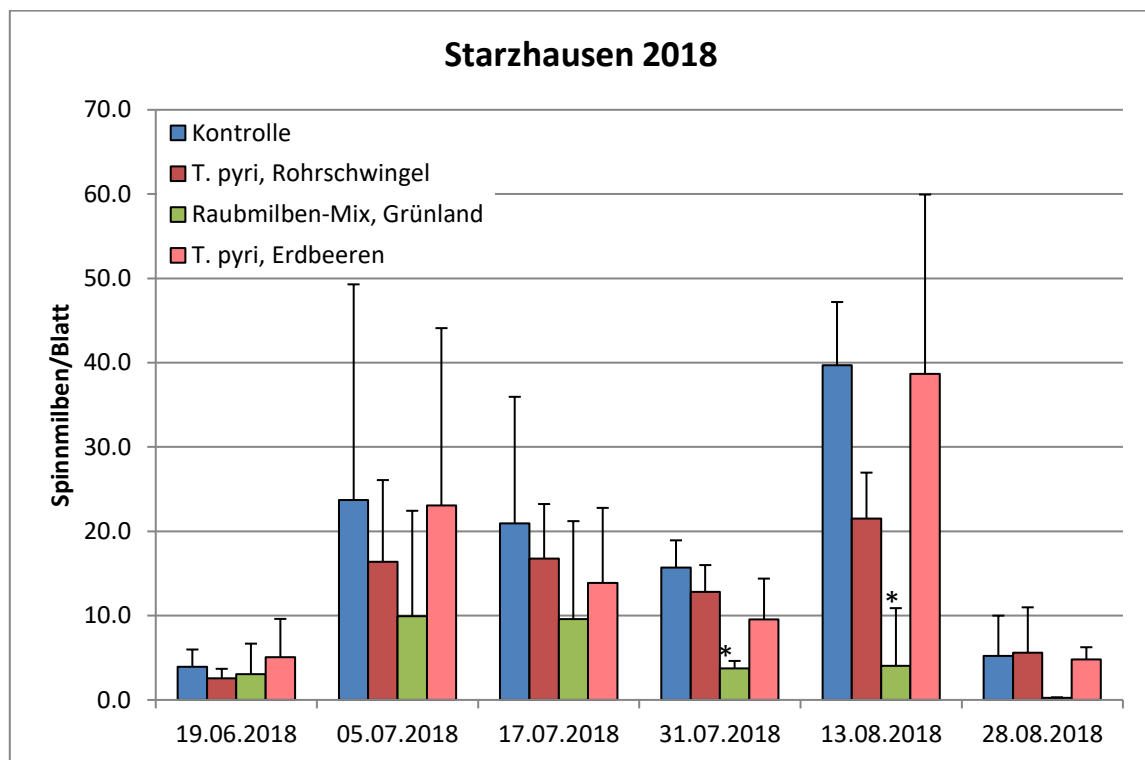


Abbildung 29: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Starzhausen 2018. Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen zeigen sich nur am 31.07.2018 und am 13.08.2018, wobei die Variante Raubmilbenmix, Grünland, (gekennzeichnet mit *) einen signifikant niedrigeren Spinnmilbenbefall aufweist als die Varianten Kontrolle und *T. pyri*, Raubmilbenmix bzw. Kontrolle und *T. pyri*, Erdbeeren (jeweils einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).

4.4.2 Ertrag und Qualität Versuchernte Starzhausen 2018

Beim Ertrag und α -Säuren-Gehalt zeigten sich am Standort Starzhausen teils deutliche Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten. Als „Durchschnittsparzellen“ wurde die Wiederholung „b“ jeder Variante geerntet, zusätzlich eine Praxisparzelle sowie die bei der Doldenbonitur auffallend gering befallene Parzelle 3a und die stark befallene Parzelle 4c.

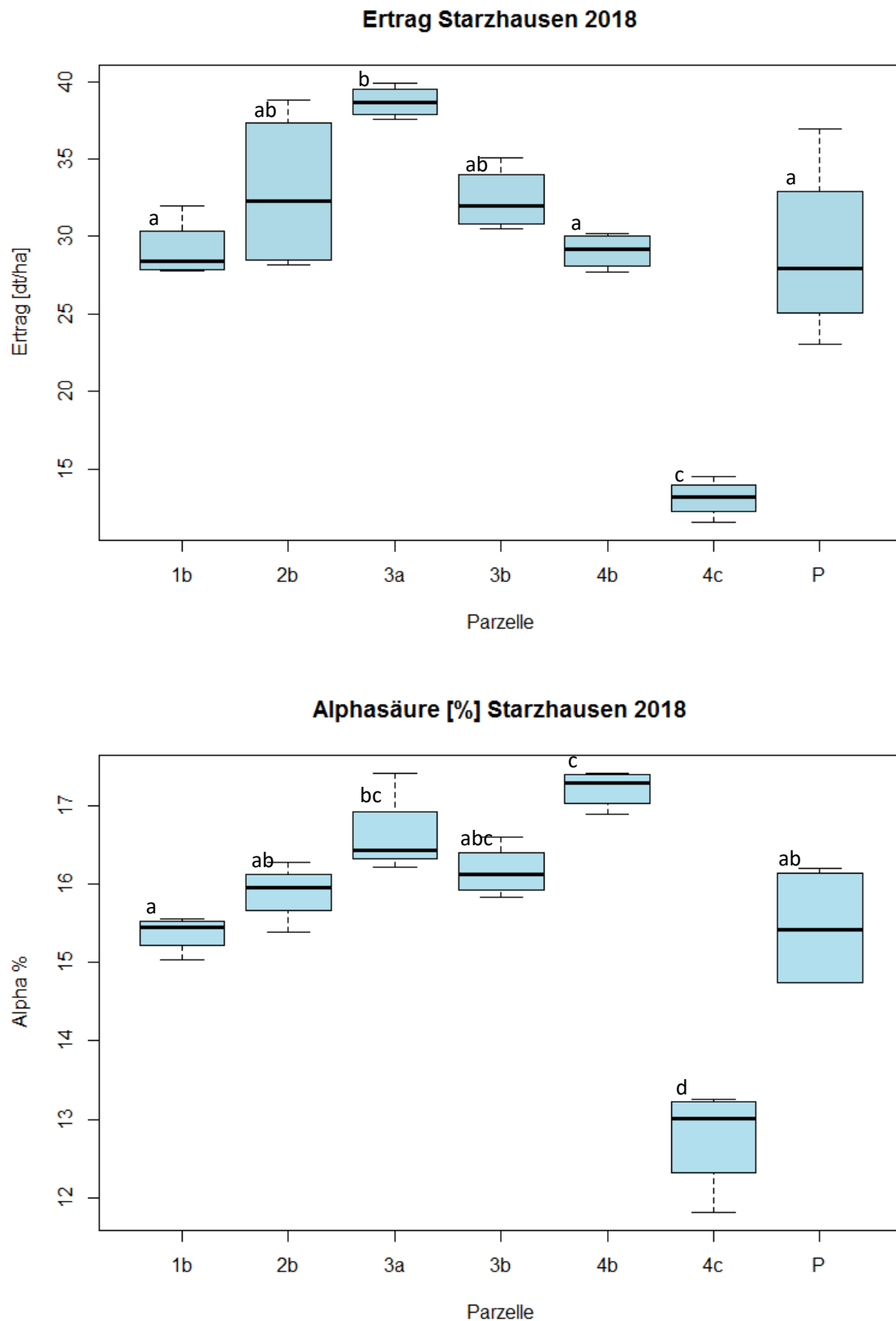


Abbildung 30: Ertrag [dt/ha] und Alphasäuregehalt [%] der Versuchsernte 2018 am Standort Starzhausen; die mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten Ergebnisse der Parzellen unterscheiden sich signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$)

Bei der Doldenbonitur zeigte sich wie auch schon bei der Blattbonitur, dass neben der unbehandelten Kontrolle die Parzelle 4c besonders starkem Spinnmilbenbefall ausgesetzt war. Das Gewogene Mittel der Doldenbonitur zeigte signifikante Unterschiede ($p < 0,05$): Parzelle 3a (Raubmilben-Mix) wies dabei am wenigsten stark geschädigte Dolden auf. Die Hopfendolden der Praxisparzelle waren ebenfalls deutlich weniger geschädigt als die der übrigen Parzellen und auch Parzelle 4b war weniger geschädigt als 1b, 2b und 4c.

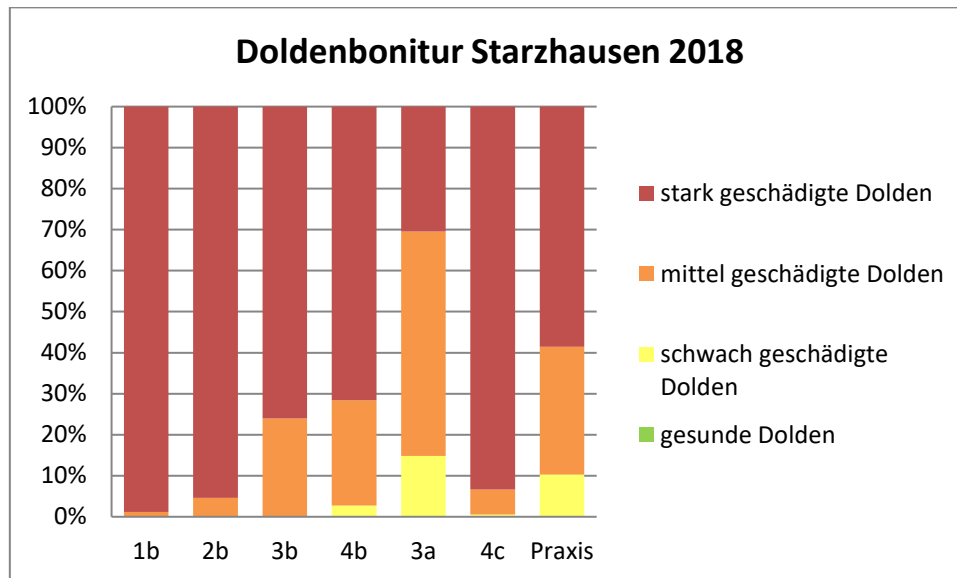


Abbildung 31: Doldenbonitur Starzhausen 2018, Darstellung des Doldenschadens der geernteten Parzellen

4.4.3 Blattbonitur Starzhausen 2019

Am Standort Starzhausen baute sich 2019 kein nennenswerter Spinnmilbenbefall auf. Selbst kurz vor der Ernte lag dieser mit nicht einmal drei Spinnmilben pro Blatt noch deutlich unter dem Niveau der ersten Bonitur bzw. der Vorbonitur 2018 am selben Standort. Zu keinem der sechs Boniturertermine unterschieden sich die Behandlungsvarianten (Abbildung 32), ebenso wenig bei der Vor-Ernte-Bonitur (Abbildung 33).

Obwohl die Hopfenpflanzen in der Saison 2019 nicht merklich durch Spinnmilben geschädigt waren, erschienen die Pflanzen in Parzelle 4c und dem umliegenden Bereich (vgl. Abbildung 7) schwächer als im Rest der Versuchsfläche. Aus diesem Grund sowie aufgrund der extremen Unterschiede zwischen den Parzellen in diesem Bereich im Vorjahr wurde dennoch eine Versuchsernte durchgeführt.

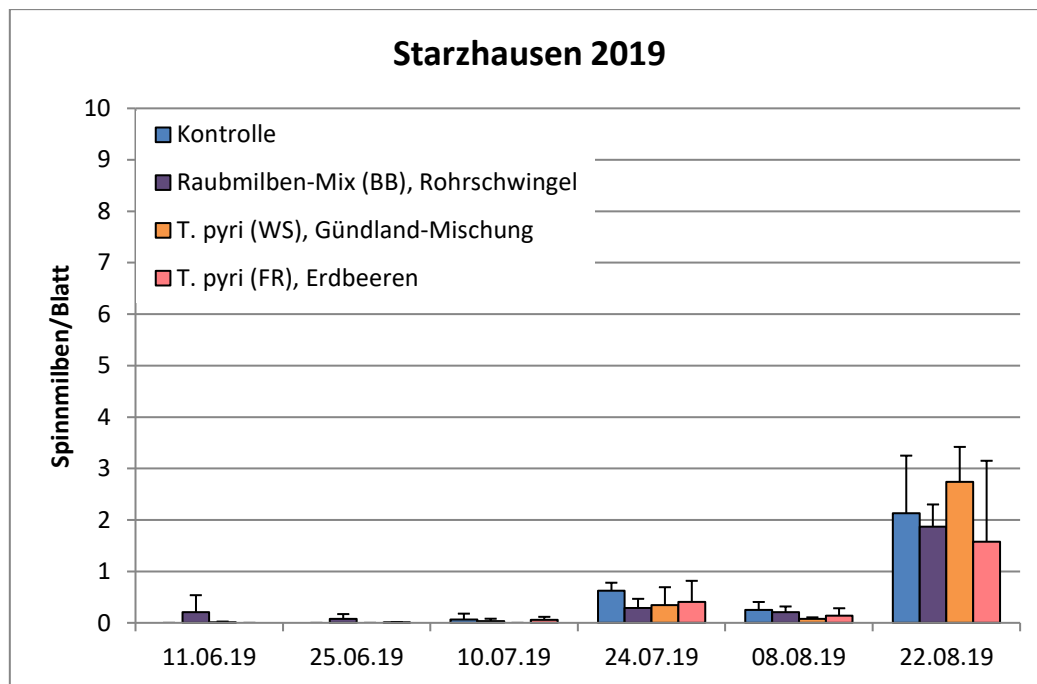


Abbildung 32: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Starzhausen: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt, zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die Behandlungsvarianten signifikant.

Um einen direkten Überblick über den Befall der Blätter vor der Ernte zu haben, wurde am Tag vor der Ernte für die Ernteparzellen eine Blattbonitur durchgeführt. Eine vergleichbare Praxisparzelle war an diesem Standort im Jahr 2019 nicht verfügbar, da vom Betrieb im Bereich der Praxisparzelle 2018 ein Erosionsschutzstreifen angelegt worden war. Es wurde jedoch weder von unserer Seite noch vom Landwirt ein Vergleich aus der Praxis als notwendig erachtet, da auf dieser Fläche keine chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen gegen die Gemeine Spinnmilbe durchgeführt wurden.

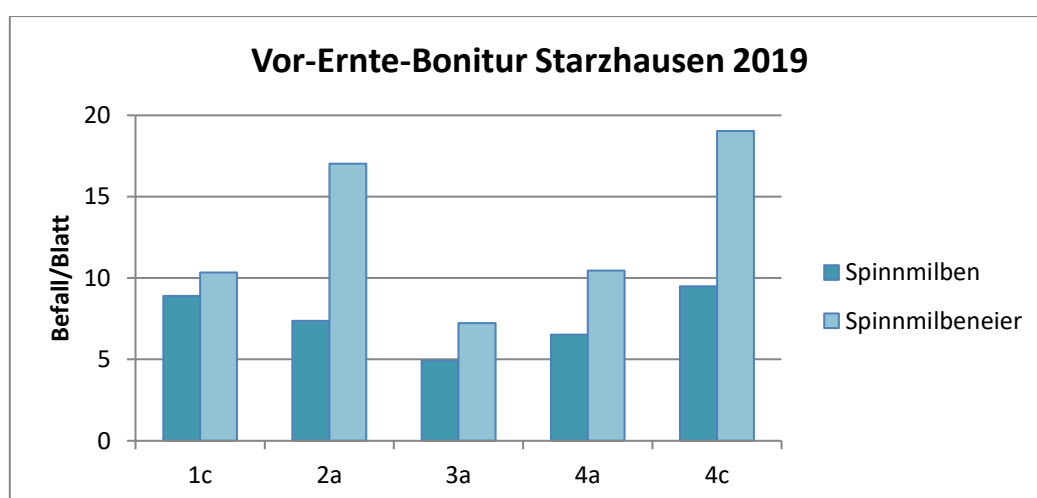


Abbildung 33: Ergebnis der Vor-Ernte-Bonitur Starzhausen am 10.09.2019: Anzahl der Spinnmilben bzw. Spinnmilbeneier pro Blatt in den einzelnen Ernteparzelle; die Parzellen unterscheiden sich statistisch nicht voneinander (Die Standardabweichung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht angezeigt).

4.4.4 Ertrag und Qualität Versuchsernte Starzhausen 2019

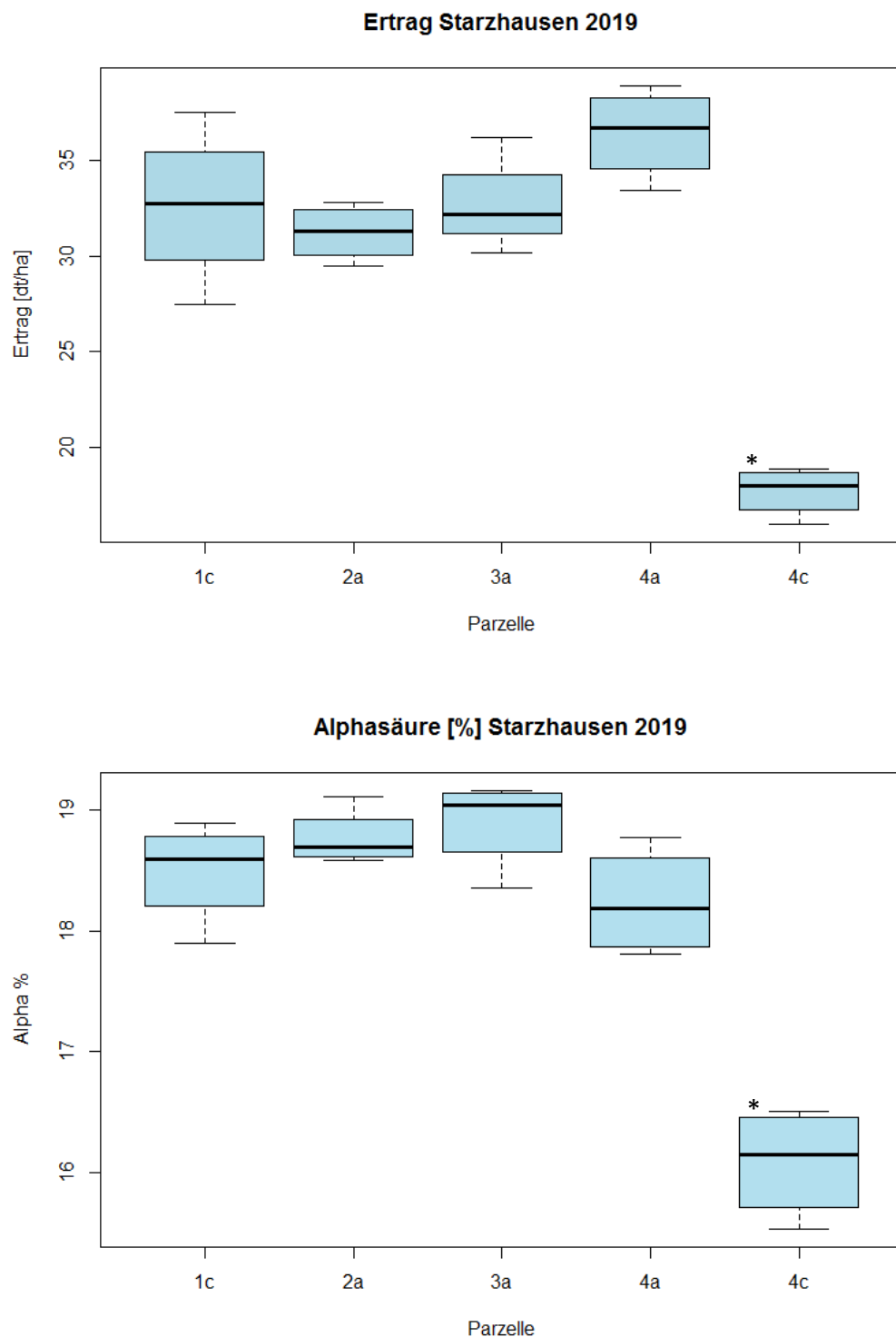


Abbildung 34: Ertrag [dt/ha] und Alphasäuregehalt [%] der Versuchsernte 2019 am Standort Starzhausen; die mit * gekennzeichnete Parzelle 4c unterscheidet sich signifikant von den übrigen Parzellen (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,01$)

Bei der Versuchsernte am Standort Starzhausen unterschied sich Parzelle 4c sowohl beim Ertrag als auch beim α -Säuren-Gehalt hochsignifikant von den übrigen Parzellen ($p < 0,01$). Alle anderen Parzellen der Versuchsernte unterschieden sich untereinander nicht. Gleiches galt für den Alphasäureertrag [kg/ha].

Wie auch schon die Blattbonituren zeigte die Doldenbonitur keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen den Parzellen. In jeder Variante konnten sowohl gesunde als auch stark geschädigte Dolden nachgewiesen werden, der Großteil der Dolden wies jedoch durchgehend eine sehr leichte Schädigung durch Spinnmilbenbefall auf.

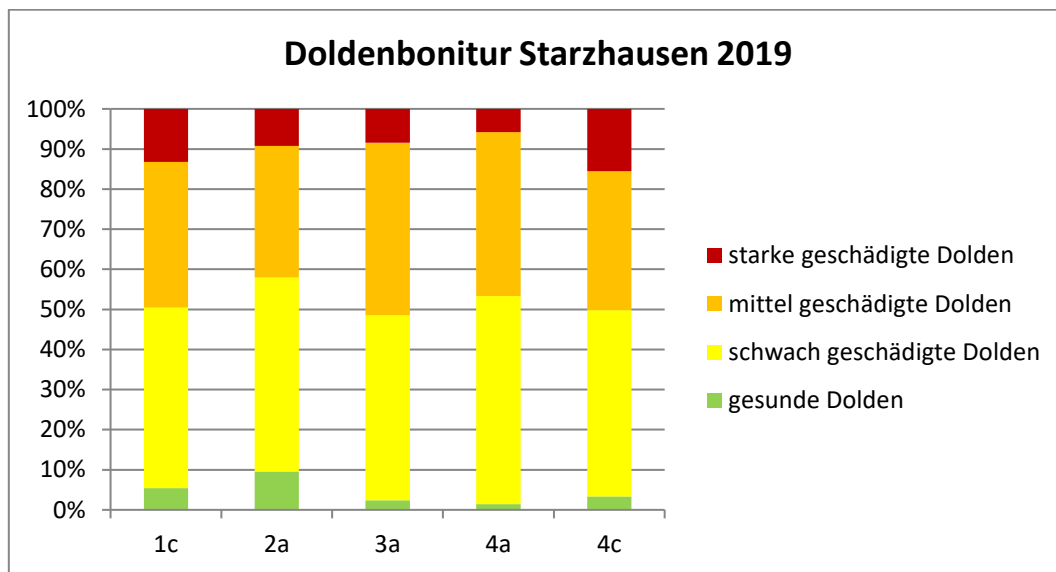


Abbildung 35: Doldenbonitur Starzhausen, Darstellung des Doldenschadens der geernteten Parzellen

4.4.5 Blattbonitur Starzhausen 2020

In der Saison 2020 wurden in den VG 2 bis 4 in Starzhausen zunächst nur heimische Raubmilben ausgebracht, der Spinnmilbenbefall aufgrund der bekannten gefährdeten Lage jedoch genau beobachtet. Die erste exakte Blattbonitur zeigte dann auch einen stark erhöhten Spinnmilbenbefall für VG 4 im Vergleich zu den übrigen VG, weshalb hier umgehend allochthone Raubmilben in Form des Raubmilben-Mix auf Bohnenblättern bestellt und ausgebracht wurden. Dies führte zu einem kontinuierlichen Rückgang der Spinnmilbenzahlen in VG 4, obwohl in den übrigen VG zunächst ein Anstieg des Spinnmilbenbefalls beobachtet wurde, was in Abbildung 36 deutlich ersichtlich ist. Am Saisonende lag der Spinnmilbenbefall in VG 4 sogar niedriger als in den übrigen VG.

Für den „normal niedrigen“ Spinnmilbenbefall der VG 2 und 3, wovon nur eine Parzelle im scharfen Eck lag, reichte der Schutz durch heimische Raubmilben aus dem Wein bzw. der Untersaat aus.

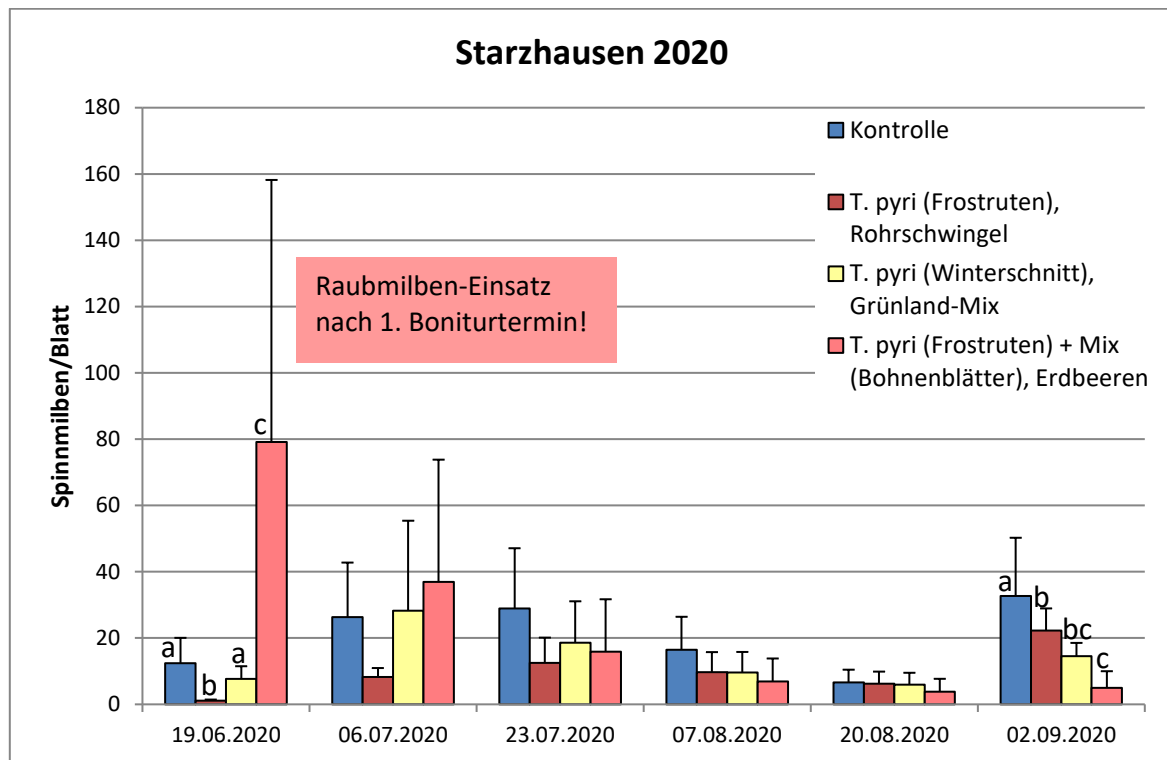


Abbildung 36: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Starzhausen 2020: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt zu den einzelnen Boniturterminen ($n=120$). Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen zeigen sich nur beim ersten und letzten Boniturtermin: Am 19.06.2020 sticht vor allem VG 4 hervor, welches eine deutlich höhere Spinnmilbenanzahl pro Blatt aufweist, als die übrigen VG. Daraufhin wurden in diesem VG zusätzlich allochthone Raubmilben auf Bohnenblättern ausgebracht. Am 02.09.2020 weist VG 4 schließlich die niedrigste, die Kontrolle die höchste Spinnmilbenzahl pro Blatt auf. (jeweils einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$)

4.4.6 Ertrag und Qualität Versuchsernte Starzhausen 2020

Wie schon 2019 und 2018 zeigte Parzelle 4c schlechtere Ernte-Ergebnisse, was eine Auswirkung der beschriebenen Bodenunterschiede ist, da erneut der α -Säuren-Gehalt bzw. - α -Säuren-Ertrag signifikant niedriger lag als in anderen Parzellen, obwohl keine abweichende Doldenschädigung oder durch Spinnmilben hervorgerufene Beeinträchtigung der Pflanzen beobachtet wurde (vgl. Abbildung 38). Für die eigentliche Auswertung wurde daher eine tatsächlich repräsentative Parzelle des VG 4 herangezogen. Signifikante Unterschiede, die auf den Behandlungsvarianten der VG beruhen, konnten weder für die Einzelbetrachtung von Ertrag und α -Säuren-Gehalt noch für den α -Säuren-Ertrag festgestellt werden (Abbildung 37).

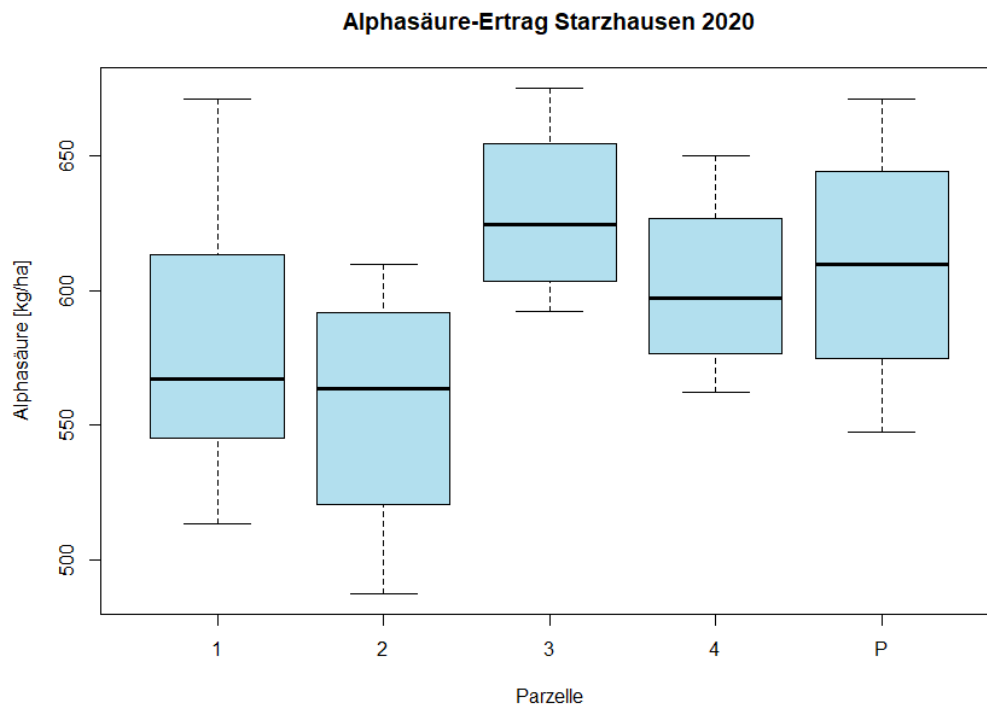


Abbildung 37: Alphasäureertrag [kg/ha] der Versuchsernte 2020 am Standort Starzhausen (ohne 4c). Die Parzellen unterscheiden sich nicht signifikant (einfaktorielle ANOVA, $p < 0,05$).

Der Vergleich zweier Parzellen des VG 4 zeigt, dass die Dolden von Parzelle 4c nicht stärker durch Spinnmilben geschädigt wurden, obwohl die Parzellen sich beim Gehalt der Alphasäure unterscheiden.

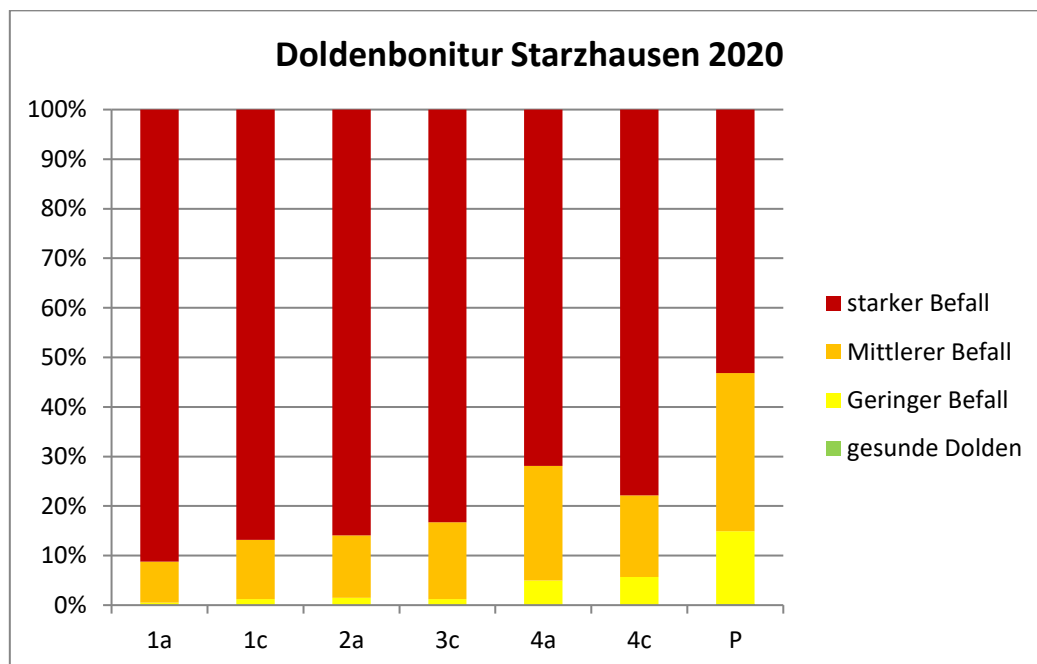


Abbildung 38: Doldenbonitur Starzhausen 2020, Darstellung des Doldenschadens der geernteten Parzellen

Durch die Berechnung des Gewogenen Mittels der Doldenbonitur zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten: Die unbehandelte Kontrolle war am stärksten geschädigt, die mit heimischen Raubmilben behandelten VG 2 und 3 signifikant weniger. VG 4, bei dem nach starken Spinnmilbenbefall zum Saisonbeginn allochthone Raubmilben ausgebracht worden war, weist eine noch geringere Schädigung der Dolden auf. Der geringste Doldenschaden wurde bei den Dolden der Praxisparzelle festgestellt. Die Streuung der Werte der Praxisparzelle ist im Vergleich mit den übrigen Parzellen auffällig hoch.

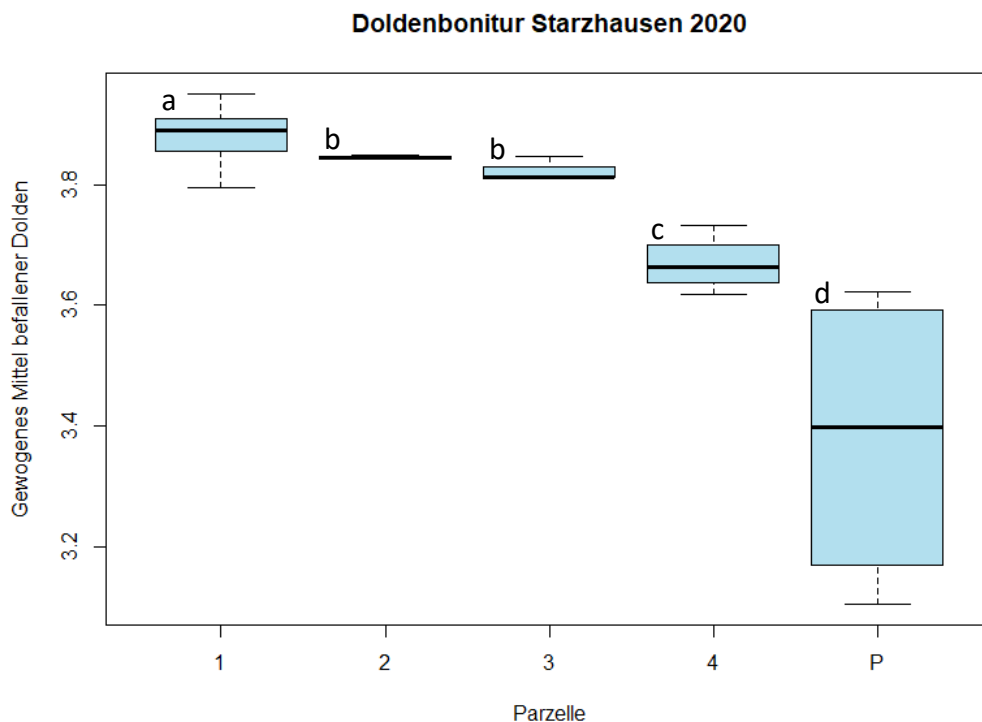


Abbildung 39: Gewogenes Mittel der Doldenbonitur der Versuchsernte 2020 am Standort Starzhausen. Signifikante Unterschiede zwischen den VG sind durch verschiedene Buchstaben dargestellt (Kruskal-Wallis-Test, $p < 0,05$)

4.5 Ursbach

Im Versuchsgarten Ursbach baute sich 2018 im Verlauf der Saison kein hoher Befallsdruck durch Spinnmilben auf, wie in Abbildung 40 sichtbar ist. Erst Mitte August war ein Anstieg des Befalls erkennbar (etwa eine Verdoppelung der Spinnmilbenzahl pro Blatt innerhalb des Bonitur-Rhythmus von zwei Wochen). Anschließend jedoch stieg die Zahl der Spinnmilben sprunghaft auf ein Vielfaches (das 6- bis 8-fache des vorhergehenden Termins) an. Ein Unterschied zwischen den Behandlungen konnte nicht nachgewiesen werden, weshalb auf eine Versuchsernte verzichtet wurde, der Hopfengarten wurde aber noch am Tag der letzten Bonitur vom Landwirt geerntet. 2019 und 2020 war ebenfalls ein Anstieg des Befalls Ende August zu beobachten, über die gesamte Saison lag die Spinnmilbenzahl

allerdings deutlich niedriger. Ein Unterschied zwischen den Behandlungen konnte nicht festgestellt werden, weshalb auf eine Versuchsernte verzichtet wurde. Der geringe Befall führte zu keiner Schädigung in Form von Ertrags- und Qualitätsminderung.

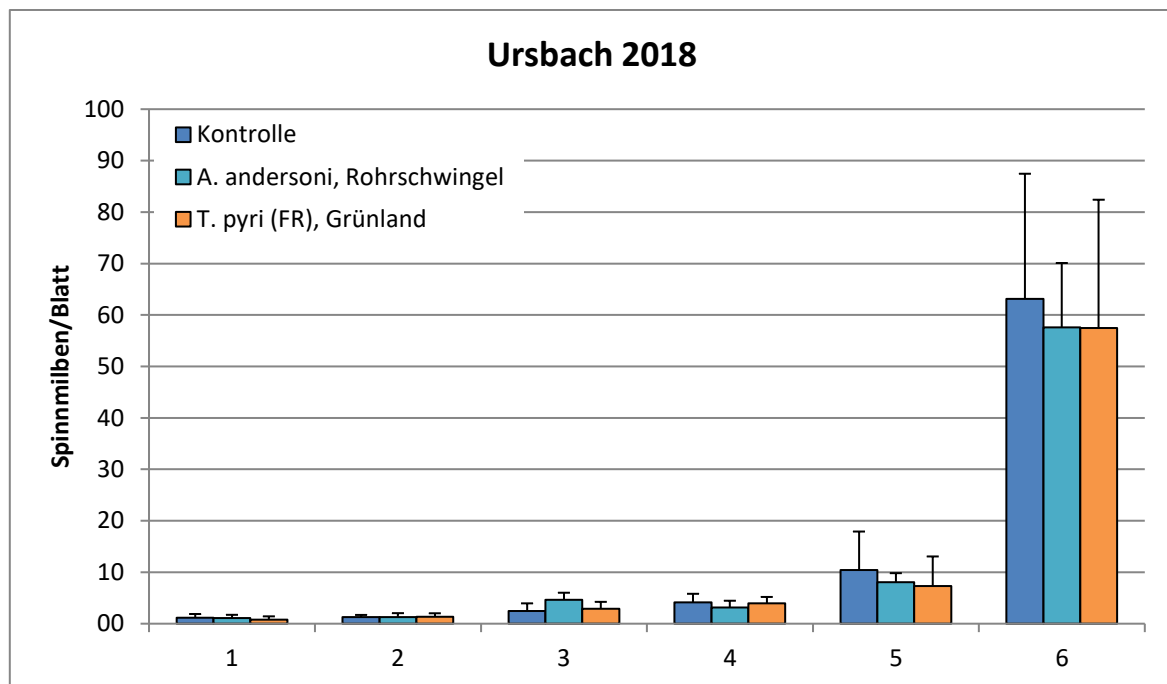


Abbildung 40: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Ursbach 2018: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt, zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant

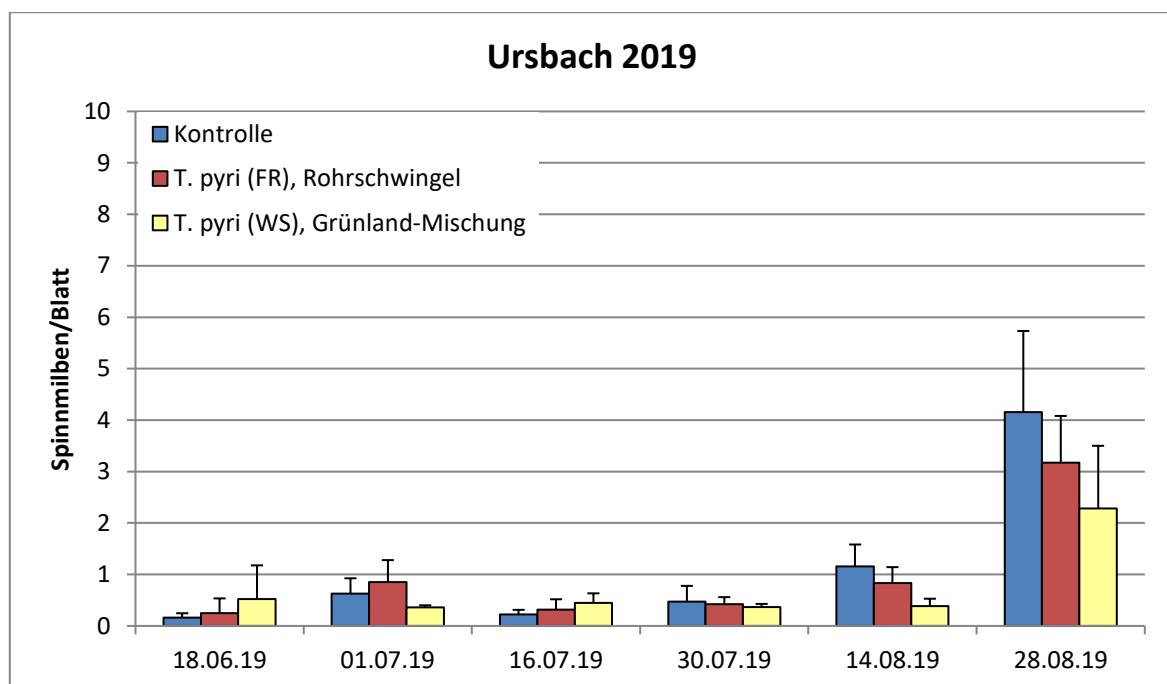


Abbildung 41: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Ursbach 2019: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt; zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die VG signifikant

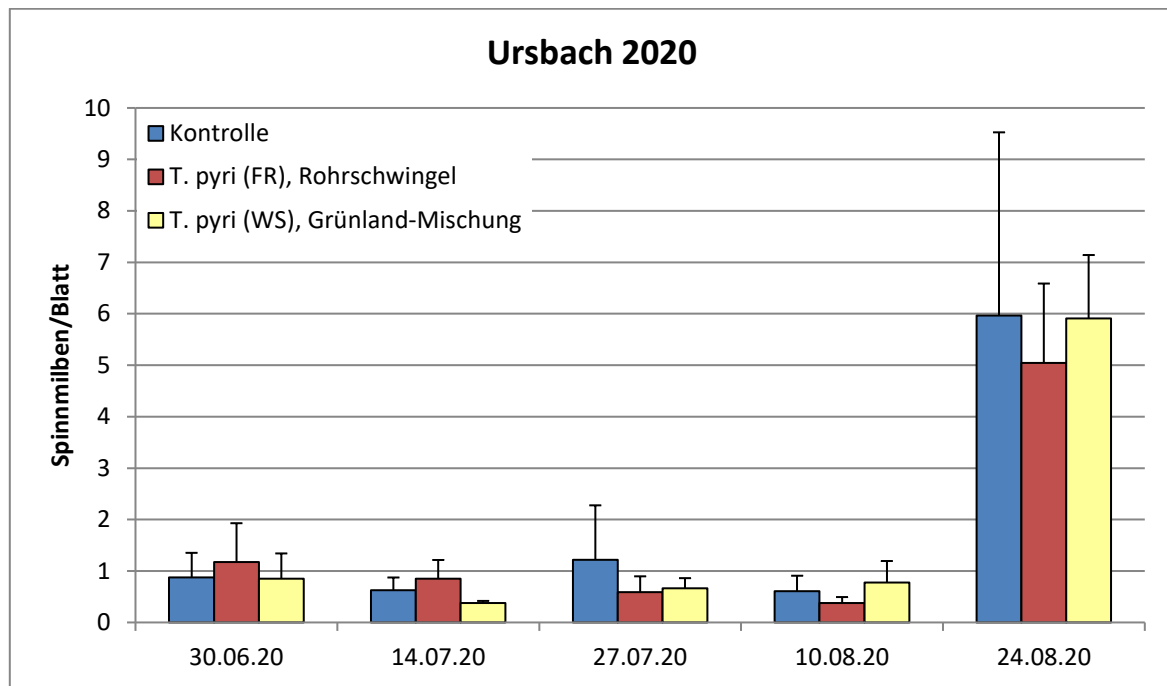


Abbildung 42: Ergebnisse der Blattbonitur am Standort Ursbach 2020: Anzahl der Spinnmilben pro Blatt; zu keinem der sechs Boniturtermine unterscheiden sich die Behandlungsvarianten signifikant

4.6 Raubmilben

4.6.1 Berlese-Bonitur

4.6.1.1 Weinruten

Um einen Überblick zu erhalten, wie viele Raubmilben sich auf den Frostruten bzw. den Bogruten befinden, wurden die Raubmilben mittels Berlese-Apparatur ausgetrieben und unter dem Binokular ausgezählt. Dabei ergab sich, dass der Besatz der Frostruten deutlich besser war (Abbildung 43). Beim Vergleich von Frostruten und Bogruten muss jedoch berücksichtigt werden, dass beide Rebholz-Varianten erst untersucht wurden, als das Material im Hopfen verteilt wurde und nicht jeweils direkt, nachdem es aus dem Weinberg geholt worden war. Das bedeutet im Fall des Materials vom Winterschnitt, dass die Untersuchung erst nach der Lagerung im Kühlraum durchgeführt wurde, weshalb kein statistisch relevanter Vergleich der Varianten möglich ist. Bei Bogruten vom Winterschnitt sollte darauf geachtet werden nur das zweijährige Holz im Hopfen einzusetzen, da hier der Besatz mit Raubmilben signifikant höher war als auf einjährigem Holz (Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen).

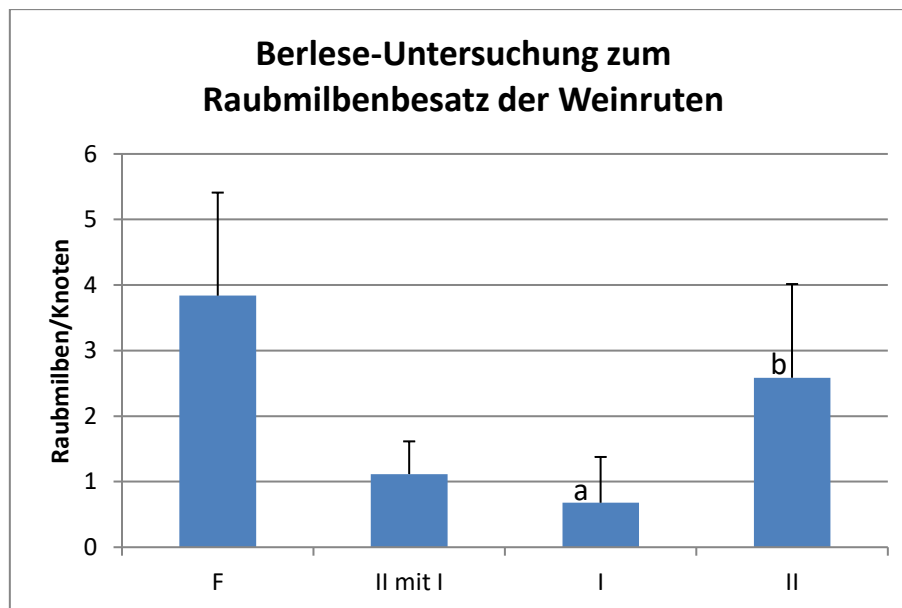


Abbildung 43: Ergebnis der Berlese-Untersuchung im Frühjahr 2019 zum Raubmilbenbesatz der Weinruten: F=Frostruten, I=einjähriges Holz vom Winterschnitt, II=zweijähriges Holz vom Winterschnitt; Es zeigt sich, dass auf den Frostruten mehr aktive Raubmilben zu finden sind als auf dem Rebmaterial vom Winterschnitt. Beim Winterschnitt befinden sich auf zweijährigem Holz signifikant mehr Raubmilben als auf einjährigem Holz.

4.6.1.2 Untersaat

Die verschiedenen Untersaaten wurden beprobt, indem in jeder Parzelle gleichmäßig verteilt Stichproben der Untersaat abgeschnitten wurden. Nach einer Trocknung dieser Proben in der Berlese-Apparatur wurde unter dem Binokular ausgewertet, wie viele Raubmilben in der Auffangflüssigkeit unter dem Trichter gesammelt wurden. Beispielhaft wird das Ergebnis der Untersaat-Beprobung vom 23.04.2019 in Oberulrain gezeigt:

Tabelle 4: Ergebnisse der stichprobenartigen Raubmilbenausählung der Untersaaten am Standort Oberulrain; es wurden Milben gezählt, die Merkmale von *T. pyri* aufweisen

Variante	Untersaat	Raubmilben (Vorjahr)	Wiederholung				Summe
			a	b	c	d	
2	Rohrschwengel	Raubmilben-Mix (Streuware)	-	-	-	-	0
3	Grünland-Mix	Raubmilben-Mix (Bohnenblätter)	1	-	-	-	1
4	Rohrschwengel	<i>T. pyri</i> (Frostruten)	1	1	-	-	2
5	Grünland-Mix	<i>T. pyri</i> (Frostruten)	-	-	-	2	2
6	Rohrschwengel	<i>A. andersoni</i> (Tütchen)	-	1	-	1	2

Die Auszählung der Raubmilben in dieser kleinen Stichprobe der Untersaat gibt lediglich einen Anhaltspunkt, ob sich die Raubmilben überhaupt in der Untersaat halten können. In dem Umfang, in dem diese Untersuchung möglich ist, können keine repräsentativen Ergebnisse generiert werden. 2020 wurden bei der Beprobung der Untersaat im Spätherbst am Standort Starzhausen zusätzlich Milben gefunden, die *Anystis* sp. aus der Familie Anystidae – ebenfalls ein effektiver Prädator von Spinnmilben – zugeordnet wurden. Auch bei den letzten Blattbonituren an diesem Standort waren sehr agile rote Milben vermutlich derselben Art auf den Blättern beobachtet, aber nicht gesondert gezählt worden.

4.6.2 Blattbonitur

Bei allen Blattbonituren wurden auch Raubmilben und deren Eier gezählt. Da die Raubmilben sich jedoch deutlich schneller bewegen als Spinnmilben, gibt die Zahl gesichteter Raubmilben lediglich einen Anhaltspunkt, ob es den Raubmilben überhaupt möglich war sich zu vermehren. So ist auch zu erklären, dass teils nur sehr wenige oder gar keine Raubmilben, aber dennoch zahlreiche Raubmilbeneier gesichtet werden konnten. Beispielfhaft werden die Zahlen für 2020 gezeigt, da in diesem Jahr auch ein „normaler“ Spinnmilbenbefall herrschte. Auch in den anderen Jahren wurde vor allem in der Mitte der Boniturstadiumphase (Bonitur 3 und 4) eine erhöhte Anzahl von Raubmilbeneiern auf den Boniturstadiumblättern festgestellt.

Tabelle 5: Summe der Raubmilben pro Bonitur 2020 (n=Anzahl der bonitierten Blätter je Standort und Bonitur) an den jeweiligen Standorten (für Ursbach und Benzendorf wurden nur fünf Bonituren durchgeführt)

	Bonitur	1	2	3	4	5	6
Benzendorf (n=480)	Raubmilben	0	0	2	1	0	
	R.-Eier	2	7	0	13	10	
Laipersdorf (n=360)	Raubmilben	0	0	1	0	0	1
	R.-Eier	19	5	2	3	9	3
Starzhausen (n=480)	Raubmilben	2	6	9	18	13	132
	R.-Eier	56	110	231	214	54	71
Oberulrain (n=720)	Raubmilben	38	107	166	175	57	102
	R.-Eier	60	135	423	205	91	61
Ursbach (n=360)	Raubmilben	1	1	1	0	0	
	R.-Eier	40	8	46	22	38	

An allen Standorten konnten, wie auch in den Vorjahren, bis zum Ende der Vegetationsperiode Raubmilben und/oder deren Eier gefunden werden, was dafür spricht, dass die Raubmilben in den Versuchshopfungärten Populationen aufbauen konnten. An den Standorten, die kaum von Spinnmilben befallen waren (Benzendorf, Laipersdorf, und Ursbach) wurden auch vergleichsweise wenig Raubmilben gefunden, wohingegen am Standort Oberulrain, aber auch Starzhausen, ein Vielfaches an Raubmilben wie auch Raubmilbeneiern beobachtet wurde.

4.7 Datenlogger

Bei Blattbonituren wurde wiederholt beobachtet, dass sich der Hopfenbestand in Parzellen mit gut etablierter Untersaat weniger stark aufheizt. Um diese Beobachtung zu verifizieren, wurden Datenlogger zur Messung von Luftfeuchte und Temperatur in drei Höhen (ca. 1,8 m, 4 m und 7 m über dem Boden) an einzelnen Hopfenreben im Boniturbereich befestigt. Insgesamt lässt sich beobachten, dass wie erwartet die Temperatur im oberen Bereich des Hopfengartens tendenziell höher war bzw. an heißen Tagen stärker ausschlug. Die Luftfeuchtigkeit war im Gegensatz dazu unten in der Nähe der Untersaat höher. Unterschiede zwischen den Parzellen sind nur bei genauer Betrachtung zu erkennen, wobei zu berücksichtigen ist, dass in den unbehandelten Parzellen im Versuch auch keine Bodenbearbeitung der Fahrgasse während der Saison durchgeführt wurde.

Die Auswertung ergab eine Abmilderung der Temperaturschwankungen, eine höhere Luftfeuchtigkeit und somit eine Verbesserung des Mikroklimas. Allgemein sorgt jede Einsaat dafür, dass sich der Boden weniger stark aufheizt und durch die Bodenbedeckung auch weniger austrocknet. Außerdem kann durch die regulierte Transpiration der Pflanzen lokal die Luftfeuchtigkeit erhöht werden. Starke Ausreißer der Temperatur wurden im Vergleich zur Parzelle ohne Untersaat selbst im Gipfelbereich des Bestands abgemildert.

Beispielhaft wird die Temperatur in Abbildung 44 vom Standort Starzhausen dargestellt. Gezeigt werden die Werte vom Juli, da die Datenlogger erst nach Erreichen der vollen Gerüsthöhe gegen Ende Juni im Bestand platziert wurden und die Auswirkungen der Untersaat im August durch den dichten Hopfenbestand nicht mehr so deutlich zu Tage treten.

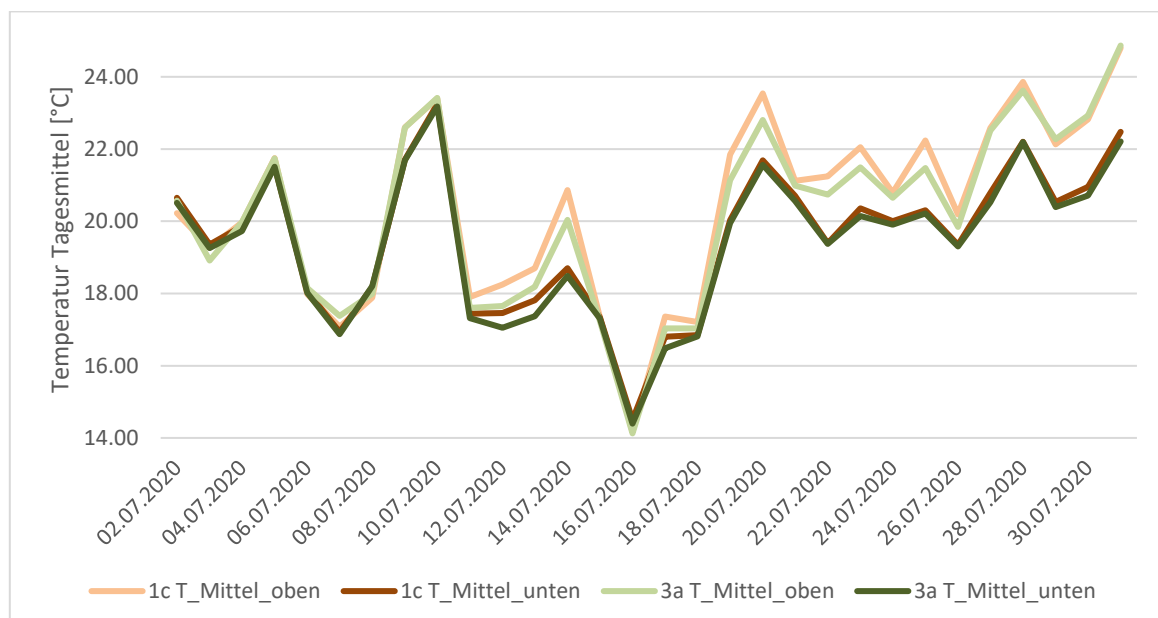


Abbildung 44: Tagesmittelwert der Temperaturmessung mittels Datenlogger in zwei Höhen an je einer Hopfenpflanze in Parzelle 1c (Kontrolle) und 3a (Untersaat) am Standort Starzhausen im Juli 2020: Vor allem bei Witterungsumschwüngen heizt sich der Bestand unten langsamer und weniger stark auf. Auch im Gipfelbereich steigt die Temperatur bei gut etablierter Einsaat weniger an als ohne Untersaat.

5 Diskussion

Insgesamt kann man festhalten, dass 2018 ein starkes Spinnmilbenjahr war; auch laut Rückmeldungen aus der Praxis war auf vielen Flächen ein hoher Spinnmilben-Befallsdruck zu verzeichnen. 2019 dagegen war der Befallsdruck deutlich geringer, ein relevanter Spinnmilbenbefall, der eine Beobachtung der Wirkung der eingesetzten Raubmilben zuließ, stellte sich im Jahr 2019 nur an einem der fünf Versuchsstandorte, in Oberulrain, ein. An den drei biologisch bewirtschafteten Standorten wie auch in Starzhausen war der Spinnmilbenbefall so gering, dass über die Wirksamkeit der eingesetzten Raubmilben keine Aussagen getroffen werden können. In der Saison 2020 baute sich ein moderater Befallsdruck auf, was sich in Oberulrain und Starzhausen mit einem Spinnmilben-Befallsniveau zwischen jenen der Vorjahre zeigte.

5.1 Auswertung der einzelnen Standorte

5.1.1 Raum Hersbruck (Versuchsstandorte Benzendorf und Laipersdorf)

Die beiden Versuchsstandorte Benzendorf und Laipersdorf liegen im vergleichsweise niederschlagsarmen Raum Hersbruck, wo aufgrund der trockenen Witterung und sandiger Böden mit Spinnmilbenbefall gerechnet wurde. Tatsächlich stellte sich im Projektverlauf jedoch nur einmal in Laipersdorf ein Spinnmilbenbefall ein, der zu einer Versuchsernte führte, obwohl auch der Befall 2018 kein hohes Ertrags- oder Qualitäts-Risiko darstellte. Es kann nur vermutet werden, dass weitere Managementmaßnahmen, die auf dem gesamten Betrieb durchgeführt werden und Witterungseinflüsse einen Spinnmilbenschaden auch ohne Raubmilbeneinsatz verhindert haben. Zu den Maßnahmen zählen Abflammen der unteren Blätter mit anschließend sehr hohem Entlauben von Hand (bis zu 1,5 m über dem Boden) sowie erneutes Abflammen der Bifänge.

5.1.2 Oberulrain

Am Standort Oberulrain zeichnete sich in allen Projektjahren bereits vor Erreichen der Gerüsthöhe anhand der steigenden Zahl an Spinnmilbeneiern ein starkes Wachstum der Spinnmilbenpopulation ab. Während 2018 der Befall jedoch derart anstieg, dass Randbereiche überspritzt werden mussten, um ein Übergreifen auf benachbarte Flächen einzuschränken, konnte im zweiten und dritten Versuchsjahr der Verlauf des Befalls bis zum Ende der Saison ohne weiteres Eingreifen untersucht werden.

Nach dem ersten Versuchsjahr wurde die Ausbringung von Raubmilben auf Streuware mittels Mini-AirBug bereits ausgeschlossen, da diese Methode deutlich schlechter Abschnitt im Vergleich zur Ausbringung der gleichen Raubmilbenzusammensetzung auf Bohnenblättern. Dies ist wohl durch das Entwicklungsstadium des Hopfens zum Zeitpunkt der Ausbringung bedingt, da nur wenige Raubmilben tatsächlich auf den Hopfenpflanzen landen. Der Abstand von über einem Meter zwischen zwei Hopfenpflanzen bzw. Aufleitungen ist

zum Einsatzzeitpunkt zu groß, da noch keine Seitentriebe oder dichte Belaubung vorhanden sind. Der Großteil der Streuware fällt daher weiträumig verteilt auf den Boden, die Raubmilben müssen an den Hopfenpflanzen nach oben bzw. den Spinnmilben hinterherlaufen. Den Boniturergebnissen zufolge (vgl. 4.3.1) führte dies zu keinem zufriedenstellenden Erfolg im Vergleich zur Verteilung der Bohnenblätter, insbesondere da rechnerisch pro Pflanze im Vergleich zu den Bohnenblättern etwa 1,6-mal so viele Raubmilben ausgebracht wurden.

Einen guten Eindruck bei den Blattbonituren machten 2019 die Varianten 2 und 3 (Raubmilben-Mix auf Bohnenblättern und Frostruten). Wie im Vorjahr war damit der Spinnmilbenbefall in den Parzellen mit dem Raubmilbenmix auf Bohnenblättern gering, aber auch die über Frostruten aus dem Wein eingebrachten Raubmilben führten augenscheinlich 2019 zu einer Reduktion des Spinnmilbenbefalls. Bei den Doldenbonituren war die Schädigung der Dolden in den Proben der VG 2 und 3 signifikant geringer als in den übrigen Parzellen, abgesehen von der Praxis. Die bei der Vor-Ernte-Bonitur am geringsten befallenen Parzellen (2b und Praxis) waren gleichzeitig die Parzellen, in denen bei der Doldenbonitur vollkommen gesunde Dolden festgestellt wurden.

Der Unterschied beim ersten Boniturtermin der Saison 2020 zwischen VG 2 und 4 (2: Raubmilbenmix (Sachets + DIBOX; Koppert), 4: Frostruten) ist vermutlich nicht allein auf die Wirksamkeit der Raubmilben, sondern auch auf die unterschiedliche Anzahl der Raubmilben zurückzuführen: heimische Raubmilben wurden mit Frostruten zwar bereits früher im Hopfengarten ausgebracht, jedoch in geringerer Zahl als die gekauften Raubmilben, da mehr Frostruten pro Hopfenpflanze nicht praktikabel sind.

Der Zusammenbruch der Spinnmilbenpopulation in Oberulrain 2018 und 2020 war höchstwahrscheinlich abiotischen Faktoren und einem zu großen Spinnmilbendruck geschuldet und geschah unabhängig vom Raubmilbeneinsatz auf der Versuchsfläche. 2020 konnte dennoch beim letzten Boniturtermin festgestellt werden, dass alle Raubmilben-Varianten einen geringeren Spinnmilbenbefall pro Blatt aufweisen als die unbehandelte Kontrolle, auch wenn die Gesamtzahl der Spinnmilben gering war. Es scheint als könnten Raubmilben in diesem Fall einen erneuten Anstieg der Spinnmilbenzahlen verhindern.

5.1.3 Starzhausen

2018 lag bei insgesamt starkem Spinnmilbenbefall ein auffälliger Unterschied zwischen den Parzellen des VG 4 vor. In den Folgejahren bestätigte sich, dass insbesondere Parzelle 4c aufgrund von Bodenunterschieden generell eine schlechtere Erntequalität und Erträge aufweist. Dieser Bodenunterschied führt im Vergleich zu Hopfenpflanzen, die besseren abiotischen Bedingungen ausgesetzt sind, zu geschwächten Pflanzen. Diese geschwächten Pflanzen sind anfälliger für Krankheits- und Schädlingsbefall. 2018 resultierte daraus ein höherer Befall mit Spinnmilben sowie eine stärkere Schädigung der Pflanzen und damit schlechteren Ernteergebnissen. Der somit besonders für Spinnmilben gefährdete Bereich des Hopfengartens wird auch „scharfes Eck“ genannt.

Bei den Doldenbonituren wurde 2019 in allen Varianten nur eine leichte Schädigung der Dolden festgestellt, die aber noch keinen wirtschaftlichen Schaden bedeutet. Eine Rücksprache mit dem Landwirt bestätigt, dass die Schädigung der Dolden durch die Gemeine Spinnmilbe so gering war, dass sie nicht zu Abzügen bei der Qualitätsbewertung durch den Handel führte. Beim insgesamt geringeren Spinnmilbenbefall wirkte sich dieser im Bereich des besonders kiesigen „scharfen Ecks“ nicht auf die Doldenschädigung durch die Spinnmilben aus, obwohl Ertragseinbußen gegenüber anderen Parzellen vorlagen. Bei der Versuchsernte bestätigte sich sowohl ein geringer Ertrag als auch ein geringerer Gehalt an α -Säuren. Allerdings konnte weder bei den Blattbonituren noch aufgrund der Doldenbonitur eine Schädigung durch Spinnmilbenbefall festgestellt werden. Daraus kann man schließen, dass die Ertrags- und Qualitätsunterschiede 2019 allein auf andere Faktoren wie Bodenunterschiede und einen ungleichen Bestand im Hopfengarten zurückzuführen waren. 2020 wurden für Parzelle 4c im Vergleich zu den übrigen Parzellen ebenfalls signifikant geringere Alphasäure-Gehalte gemessen, die sich auch im Alpha-Ertrag niederschlugen.

Wird Parzelle 4c aus oben genannten Gründen aus der Bewertung ausgeschlossen, ergibt sich für die Saison 2020 trotz höheren Spinnmilbenbefalls als 2019 kein Unterschied des Alphasäure-Gehalts, des Ertrags oder Alpha-Ertrags zwischen den Parzellen. Beim Gewogenen Mittel der Doldenschädigung waren hingegen Unterschiede zu erkennen (vgl. 4.4.6), die einen deutlichen Erfolg der Raubmilben gegenüber der unbehandelten Kontrolle zeigen, auch wenn dieser hinter dem Doldenschutz in der Praxis zurückbleibt. Die Doldenbonituren der verschiedenen Jahre können für diesen Standort nicht untereinander unterschieden werden, da rückblickend 2020 ein insgesamt strengerer Maßstab angelegt wurde. Die allochthonen Raubmilben, die in VG 4 aufgrund des höheren Befalls (vermutlich auch durch die Lage zweier Parzellen im scharfen Eck, s.o.) ausgebracht wurden, konnten den höheren Befall nicht nur reduzieren, sondern sogar unter Befallsniveau von VG 2 und 3 (heimische Raubmilben) drücken. Daraus kann geschlossen werden, dass zugekaufte Raubmilben auch eine bereits bestehende hohe Spinnmilbendichte erfolgreich bekämpfen und den Hopfen weitgehend vor Schaden bewahren können. Derzeit ist ein solcher Einsatz im konventionellen Hopfenbau aufgrund der entgegen einem Akarizid-Einsatz deutlich höheren Kosten nicht in der Praxis zu erwarten, auch wenn der Vorteil in einer zielgerichteten, kleinräumigen Ausbringung der Raubmilben am Hotspot des Befalls liegt. Für biologisch bewirtschaftete Betriebe hingegen ist dieses Vorgehen eindeutig zu empfehlen, da der Einsatz von Schwefel oder Molke i.d.R. wiederholt werden müsste, diese Mittel weniger selektiv wirken und somit auch Nützlinge schädigen.

Vor allem am Standort Starzhausen, einem konventionell bewirtschafteten Hopfengarten, an dem zum ersten Mal ein Nützlingsversuch durchgeführt wurde, konnte beobachtet werden, wie sich im Laufe der drei Versuchsjahre diverse andere Nützlinge, vor allem Spinnmilben-Prädatoren einfanden und vermehrten. Während 2018 zu Beginn keine und auch zum Saisonende noch kaum andere Prädatoren gesehen wurden und 2019 insgesamt ein geringer Spinnmilbendruck herrschte, konnten 2020 von Saisonbeginn an bei jeder Bonitur

viele Schwarze Kugelmarienkäfer und deren Larven, Blumenwanzen in verschiedenen Entwicklungsstadien sowie Kugelspinnen, Kurzflügelkäferlarven und eine weitere Raubmilbe (*Anystis* sp., Anystidae) gefunden werden. Der Verzicht auf Akarizide hat also nicht sofort, aber im Laufe der Zeit zu einer verbesserten natürlichen Spinnmilbenregulation durch Nützlinge geführt.

5.1.4 Ursbach

Am Standort Ursbach konnten bei nahezu jeder Bonitur mehrere verschiedene Nützlinge neben Raubmilben gefunden werden. Diese halfen den Schädlingsdruck zu reduzieren, was möglicherweise ein Grund war, warum sich in allen drei Versuchsjahren ein dem Jahr entsprechend niedriges Befallsniveau (vgl. Seite 65, 2018 insgesamt höherer Spinnmilbenbefall) einpendelte und der Befallsdruck erst Ende August anstieg. Ein eindeutiger Effekt des Raubmilbeneinsatzes kann durch den erst sehr spät in der Vegetationszeit ansteigenden Spinnmilbenbefall in allen drei Projektjahren weder bestätigt noch widerlegt werden.

5.2 Effekte der Untersaat

5.2.1 Überwinterung der Raubmilben in der Untersaat

Da sich die Neueinsaaten im Sommer 2018 aufgrund der trockenen und heißen Witterung nur unzureichend entwickeln konnten, war eine Beprobung der Untersaaten nur am Standort Oberulrain möglich, wo der Rohrschwengel bereits vorhanden war und die Grünland-Mischung zumindest ausreichend gut aufgelaufen war.

Exakte Aussagen, welche Raubmilben wie gut in welcher Untersaat überwintert haben, lassen sich durch diese Untersuchung jedoch auch bei gut etablierten Untersaaten nicht treffen. Einerseits ist der Stichprobenumfang gering, ein größerer Umfang an Proben bzw. mit mehr Probenmaterial lässt sich jedoch nicht durchführen (z.B. besteht die Gefahr, dass das Material zu schimmeln beginnt).

Eine Variante in der komplett auf die Ausbringung neuer Raubmilben verzichtet wurde, um nur den Schutz der ggf. in der Untersaat überwinterten Raubmilben zu nutzen, wurde aufgrund der hohen Fallzahlen und sogar der Notwendigkeit Teile eines Versuchs zu überspritzen, verzichtet. Die Tendenz einer positiven Auswirkung in Form niedrigerer Spinnmilbenzahlen zeigte sich für die Grünland-Mischung, als 2019 in zwei VG im Versuchshopfgarten Oberulrain Frostruten ausgebracht wurden, die Spinnmilbenzahlen im VG mit der Grünland-Mischung aber deutlich niedriger blieben als im VG mit Rohrschwengel-Einsaat (vgl. Abbildung 20).

5.2.2 Verbesserung des Mikroklimas im Hopfengarten

Bei der Entnahme von Blättern aus dem Hopfengarten für die Bonituren wurde häufig festgestellt, dass die Untersaat noch nass war und die Hopfenblätter in Parzellen mit gut etablierten Untersaaten erst später komplett abtrockneten als dort, wo keine derartige Einsaat

in der Fahrgasse stand. Die probeweise Befestigung einiger Datenlogger an Hopfenreben 2019 zeigte, dass zwar keine extremen Unterschiede in der Durchschnittstemperatur der Varianten zu verzeichnen waren, 2020 bestätigte sich jedoch ein positiver Effekt: Die gut aufgelaufenen Untersaaten erhöhen die Luftfeuchtigkeit im Hopfenbestand und sorgen für kühlere Luft, besonders im unteren Bereich der Hopfenpflanzen. Interessanterweise wirken sich Temperaturveränderungen jedoch im Gipfelbereich des Hopfens geringer aus, an heißen Tagen steigt auch dort die Temperatur im Vergleich zur Kontrollparzelle weniger stark an (Abbildung 44). Dadurch sorgt die Untersaat für ein Mikroklima, das tendenziell von Raubmilben bevorzugt wird (CROFT et al. 1993). Der Aufbau von Populationen von *T. urticae* wird dagegen durch warme, trockene Bedingungen begünstigt (HERBERT 1981, SHIH et al. 1976), denen gut entwickelte Untersaaten entgegenwirken können.

Die Einsaat in den Fahrgassen führt allgemein durch Beschattung des Bodens zu geringerer Erwärmung im Wurzelbereich, weniger Wärme-Reflexion und verhindert die Austrocknung des Bodens sowie Erosion.

5.3 Etablierung von Raubmilbenpopulationen im Hopfengarten

Über die gesamte Saison hinweg konnte in jedem Projektjahr nicht nur ein Anstieg der Spinnmilben beobachtet werden, sondern auch damit einhergehend mehr Raubmilben bzw. Raubmilbeneier (vgl. 4.6.2). Zunächst war dabei eine Zunahme der Raubmilbeneier Mitte/Ende Juli (Bonitur 3 & 4) auffällig, wohingegen im zum Ende der Saison (Bonitur 6) überwiegend adulte Raubmilben auf den Boniturbältern gezählt wurden. Eine Häufung der Raubmilben ist in bestimmten Parzellen zu beobachten (vgl. 4.6.1.2).

Der Nachweis einer erfolgreichen Etablierung heimischer Raubmilben in der Untersaat in den Fahrgassen des Hopfengartens konnte nicht eindeutig erbracht werden. Ein Anstieg der Raubmilbenzahlen in jeder Saison konnte dagegen bei den Blattbonituren durchaus beobachtet werden (vgl. 4.6.2). Des Weiteren verteilen sich die Raubmilben während der Saison im Hopfengarten, beispielsweise durch den Einsatz der Gebläsespritze bei Pflanzenschutzanwendungen, was sich bei Blattbonituren durch wiederholte Sichtungen von Raubmilben und Raubmilbeneiern in der unbehandelten Kontrolle zeigte.

6 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Ein reduzierter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere der Verzicht auf Akarizide bzw. Molke und Schwefel erhöht langfristig die Zahl natürlicher Prädatoren der Gemeinen Spinnmilbe im Hopfengarten. Die zugekaufte Raubmilben *P. persimilis* und *N.californicus* sind nach den Ergebnissen des Projekts effektiver in der Spinnmilbenbekämpfung als die heimische Art *T. pyri*. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Dichte der ausgebrachten Raubmilben bei den gekauften Nützlingen deutlich höher war und der Zeitpunkt mehr nach den Bedürfnissen des Hopfens / dem Spinnmilbenaufkommen im Hopfen ausgerichtet werden kann.

Vor allem für ökologisch bewirtschaftete Hopfenflächen wird der Einsatz von Raubmilben aufgrund der vorliegenden Ergebnisse empfohlen. Dabei kann der Grundgedanke des Projekts auch direkt übernommen werden: Basis stellt eine dauerhafte Untersaat in den Fahrgassen dar, die als Alternativhabitat und ergänzende Nahrungsquelle für Raubmilben zur Verfügung steht. Für die aktuelle Anzahl der Öko-Hopfen-Betriebe scheint eine Überführung von Raubmilben aus dem Wein- oder auch Obstbau möglich, um einen „Basisschutz“ in den Hopfengärten aufzubauen. Werden Befallsherde mit Spinnmilben entdeckt, können zusätzlich allochthone Raubmilben gekauft und dort ausgebracht werden, um den Befall zu bekämpfen und eine Ausweitung zu unterbinden. Zum Schutz der Raubmilben und weiterer Nützlinge sollte auf Molke wie auch auf die Anwendung von Netzschwefel verzichtet werden. Um produktionstechnisch notwendige Bodenarbeiten nicht zu sehr einzuschränken, sollte bei den Untersaaten nach dem Prinzip der Rotationsbegrünung gearbeitet werden, mit dem Umbruch jeder Reihe nach drei oder vier Jahren.

Im konventionellen Hopfenbau kann zumindest auf Spinnmilben-gefährdeten Standorten derzeit der alleinige Einsatz von Raubmilben nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten noch keine dauerhafte Alternative zum Einsatz von Akariziden darstellen. In Jahren oder Lagen mit geringem Spinnmilbenbefall kann jedoch nach oben genanntem Vorgehen gearbeitet werden. Je nach Konditionen des Verkaufsvertrags können optische Doldenschäden in Kauf genommen werden, da ein moderater Spinnmilbenbefall keine Auswirkungen auf den Alphaertrag hat. Außerdem muss auf den Einsatz nützlingsschonender Pflanzenschutzmittel geachtet werden, um den Aufbau natürlicher Populationen von Spinnmilben-Prädatoren nicht zu stören und so langfristig den Einsatz von Akariziden immer weiter zu reduzieren, sodass diese wirklich nur noch im absoluten Notfall eingesetzt werden.

7 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten und tatsächlich erreichte Zielen

Die geplanten Untersaaten konnten im Raum Hersbruck aufgrund der besonderen Trockenheit nicht etabliert werden. Dadurch konnte dort auch der Erfolg einer Raubmilben-Ansiedelung nicht überprüft werden. Gleichzeitig waren die Spinnmilbenzahlen in den beiden Versuchshopfungärten so gering, dass auch der Erfolg der direkt eingebrachten Raubmilben kaum beurteilt werden kann.

Eine optimale Methode zur Ausbringung von Raubmilben im Hopfengarten konnte noch nicht bestimmt werden. Bogruten vom Winterschnitt im Wein sind ebenso wie Frostruten sehr sperrig beim Transport. Zusätzlich muss bei Frostruten auf eine rasche Ausbringung ohne vorherige Überhitzung des Materials geachtet werden, da die Raubmilben welkende Frostruten verlassen. Als limitierender Faktor für flächendeckende Ausbringung ist neben dem Transport auch die Verfügbarkeit bzw. Organisation der Verfügbarkeit aus den Weinanbaugebieten zu berücksichtigen. Bei der Ausbringung müssen die Rebstücke ausreichend klein geschnitten werden um bei späteren Arbeiten im Hopfen nicht in Maschinen hängen zu bleiben. Bei den kommerziell erhältlichen Raubmilben erscheinen Bohnenblätter besonders praktisch, da keine Reste im Hopfengarten verbleiben und die Ausbringung einfach und rasch von statten geht. Ähnlich schnell können Sachets mit Streuware ausgebracht werden, wichtig hierbei wäre jedoch einerseits ein Verzicht auf Plastik (aktuell müssen diese nach einigen Wochen wieder von Hand eingesammelt werden) und andererseits gleichzeitig eine sichere Befestigung an den Hopfenreben gegen Wind, Regen und Gebläsespritze. Je größer der personelle und zeitliche Aufwand der Ausbringungsmethode ist, desto problematischer wird die kurze Lagerfähigkeit der Raubmilben.

Die Nützlingsförderung im Hopfengarten durch Untersaaten und Verzicht auf Akarizid-Einsatz ist nicht nur in Hinblick auf Raubmilben geglückt, sondern auch andere Spinnmilben-Prädatoren siedelten sich natürlicherweise in höherer Dichte an. Eine einmalige Ansiedelung von Raubmilben, mithilfe einer etablierten ausdauernden Untersaat, um einen dauerhaften Schutz des Hopfens vor Spinnmilben zu erhalten, scheint nach den Ergebnissen des Projekts jedoch nicht ausreichend zu sein.

7.1 Weiterführende Fragestellungen

Eine ausdauernde Einsaat in den Fahrgassen ist nach Rücksprache mit den Versuchshopfenpflanzern dauerhaft nur im Rotationsverfahren vorstellbar, da nach drei oder maximal vier Jahren durch die notwendige Bodenbearbeitung (Hopfenschneiden, Anrainen) tiefe Gräben neben den Bifängen entstehen. Dabei ist auch noch offen welcher Zeitraum der Rotation ideal ist und ob die Art der Einsaat hierbei Auswirkungen hat. Aktuell scheint es als würde die Horstbildung des Rohrschwingels vor allem Arbeiten auf der Hopfenkanzel erschweren, da der befahrene Untergrund besonders uneben wird.

Um den Einsatz von Raubmilben auch im konventionellen Hopfenbau zu forcieren ist ein wirtschaftlich tolerierbarer personeller und monetärer Aufwand für gezüchteten Raubmilben zu erreichen. Mit der Firma Koppert hat einer der größten Nützlingsanbieter die Nische Hopfenbau für sich entdeckt und möchte in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und dem AELF Pfaffenhofen (BiLa) technische Möglichkeiten zur Raubmilben-Ausbringung testen.

Weitere Möglichkeiten der Ansiedelung von Raubmilben im Hopfengarten, beispielsweise mit robusten Weinstöcken an Hopfensäulen, oder am Rand (zwischen Hopfenankern etc.) sollten ausprobiert werden. Außerdem wäre interessant warum sich an den beiden Versuchshopfengärten in Hersbruck in allen Parzellen keine bedrohliche Spinnmilbenpopulation aufbauen konnte.

Ein weiterer Einsatz von *Amblyseius andersoni* wäre interessant, da diese Art in klimatisch milden Gebieten natürlich am auftreten kann (STRONG & CROFT 1993). Leider war die Verfügbarkeit dieser Raubmilbenart im Versuchsverlauf eingeschränkt.

8 Zusammenfassung

Einer der Hauptschädlinge des Kulturhopfens ist die Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch. Während im konventionellen Anbau Akarizide zur Spinnmilbenbekämpfung eingesetzt werden, fehlt im ökologischen Hopfenbau eine effektive Möglichkeit der Spinnmilbenkontrolle. Der Blick in andere Sonderkulturen zeigt, dass im deutschen Obst- und Weinbau mittels etablierter Populationen von Raubmilben ein erfolgreiches Spinnmilbenmanagement ohne Akarizide möglich ist. Da im Gegensatz zum Wein- oder Obstbau bei der Hopfenernte nahezu alle oberirdischen Teile der Hopfenpflanze entfernt werden, müssen alternative Überwinterungsstrukturen für Raubmilben bereitgestellt werden.

In den Jahren 2018 bis 2020 wurde im Rahmen eines von der BLE geförderten Forschungsprojektes die Etablierung autochthoner Raubmilbenarten auf fünf Praxisflächen von Hopfenbaubetrieben durch Anlage einer winterharten Untersaat in den Fahrgassen zur Überwinterung der Nützlinge versucht, um eine nachhaltige Spinnmilbenkontrolle im Bestand zu erreichen.

Der Fokus des Projekts lag auf der Etablierung von Populationen der heimischen Raubmilbe *Typhlodromus pyri* mithilfe von mehrjährigen Einsaaten in den Fahrgassen (Rohrschwengel – *Festuca arundinacea*, eine Grünlandmischung und Erdbeeren – *Fragaria* sp.). Daneben wurde ein Mix der allochthonen Raubmilben *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* im Versuch eingesetzt, für dessen Ausbringung die geeignete Methode zur Ausbringung gefunden werden sollte.

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes legen nahe, dass durch die getroffenen Maßnahmen Raubmilben etabliert werden konnten. Jedoch erreichen heimische Raubmilben keine ausreichend hohe Effizienz, dass ein dauerhafter Schutz in allen Jahren und an allen Standorten gewährleistet werden kann. Die Untersaaten beeinflussen das Mikroklima im Hopfengarten positiv zu Gunsten der Spinnmilbenkontrolle. Insbesondere im ökologischen Hopfenbau ist der Einsatz von Raubmilben eine gegenüber Molke oder Schwefel zu bevorzugen, da sich weitere Nützlinge ansiedeln können. Im konventionellen Hopfenbau scheinen Raubmilben derzeit flächendeckend noch keine Alternative darzustellen. Zu Saisonbeginn ist die durch Witterung beeinflusste Entwicklung des Spinnmilbenbefalls kaum abschätzbar, wodurch das Risiko für den Landwirt schwer abschätzbar ist. Gleichzeitig sollten Raubmilben im Vergleich zu Akariziden möglichst frühzeitig eingesetzt werden, um bereits den Aufbau der Spinnmilbenpopulation zu beschränken. Dazu kommen die derzeit höheren Kosten für gezüchtete Raubmilben im Vergleich zu Akariziden oder Insektiziden mit Nebenwirkung gegen Spinnmilben.

9 Literaturverzeichnis

AGUILAR-FENOLLOSA E., PASCUAL-RUIZ S., HURTADO A.M. & JACAS J.A. 2011a. Efficacy and economics of ground cover management as a conservation biological control strategy against *Tetranychus urticae* in Clementine mandarin orchards. *Crop Protection* 30: 1328-1333

AGUILAR-FENOLLOSA E., IBÁÑEZ-GUAL M.V., PASCUAL-RUIZ S., HURTADO M. & JACAS J.A. 2011b. Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (I): Bottom- up regulation mechanism. *Biological Control* 59: 158-170

AGUILAR-FENOLLOSA E., IBÁÑEZ-GUAL M.V., PASCUAL-RUIZ S., HURTADO M. & JACAS J.A. 2011c. Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (II): Top-down regulation mechanism. *Biological Control* 59: 171-179

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ. 2017. Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) und Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm inkl. Erschwernisausgleich (VNP) Merkblatt 2018 bis 2022 Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUM) (<http://www.stmelf.bayern.de/Foerderwegweiser>)

BENKER U. 1999. Untersuchungen zur Populationsdynamik von *Tetranychus urticae* Koch und *Phorodon humuli* Schrank sowie ihrer biologischen Kontrolle durch *Typhlodromus pyri* (Scheuten) und *Orius majusculus* (Reuter) in Niedrig- und Hochgerüstanlagen des Hopfens (1993-1997). Dissertation. Technische Universität München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Lehrstuhl für Phytopathologie

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT. 2016. Richtlinie zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau vom 4. April 2016

B. A. CROFT, R. H. MESSING, J. E. DUNLEY & W. B. STRONG 1993. Effects of humidity on eggs and immatures of *Neoseiulus fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Phytoseiidae): implications for biological control on apple, caneberry, strawberry and hop. *Experimental and applied Acarology* 17: 451–459

DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION. 2009. Richtlinie 2009/128/EG Des Europäischen Parlaments Und Des Rates vom 21. Oktober 2009 über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden. *Amtsblatt der Europäischen Union* L 31/71

ENGEL R. 1991. Der Einfluss von Ersatznahrung, Wirtspflanze und Mikroklima auf das System *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari, Phytoseiidae) – *Panonychus ulmi* Koch (Acari, Tetranychidae) im Weinbau. Dissertation, Institut für Phytomedizin der Universität Hohenheim

ENGELHARD B. & WEIHRAUCH F. 2005. Prüfung produktionstechnischer Maßnahmen für den ökologischen Hopfenbau. Abschlussbericht. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Hopfenforschungszentrum Hüll

- ENGELHARD B. & WEIHRAUCH F. 2008. Einsatz von Raubmilben zur Spinnmilbenkontrolle in Hopfengärten. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising, Jahresbericht 2007: 65-67
- HERBERT H.J. 1981. Biology, life tables, and innate capacity for increase of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *The Canadian Entomologist* 113: 371-378
- HIRSCHBERGER G. 1991. Bekämpfung der Roten Spinnmilbe mit *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) im Hopfenbau. Diplomarbeit, Technische Universität München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Freising-Weihenstephan
- JEREB M. & WEIHRAUCH F. 2016 Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen. Abschlussbericht. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Hopfenforschungszentrum Hüll
- MARKÓ V., JENSER G., MIHÁLYI K., HEGYI T. & BALÁZS K. 2012. Flowers for better pest control? Effects of apple orchard ground cover management on mites (Acari), leafminers (Lepidoptera, Scitellidae), and fruit pests. *Biocontrol Science and Technology* 22: 39-60
- MÖLLERS A. 1991. *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) als Prädator von *Tetranychus urticae* (Koch) – Beurteilung der Effektivität in Hopfengärten. Diplomarbeit, Technische Universität München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Freising-Weihenstephan
- R CORE TEAM 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- SHIH C.T., POE S.L. & CROMOROY H.L. 1976. Biology, Life Table, and Intrinsic Rate of Increase of *Tetranychus urticae*. *Annals of the Entomological Society of America* 69(2):362-364
- STRONG, W. B., & CROFT, B. A. 1993. Phytoseiid mites associated with spider mites on hops in the Willamette Valley, Oregon. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 90: 45-52.
- VAN LEUWEN T., TIRRY L., YAMAMOTO A., NAUEN R. & DERMAUW W. 2015 The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricides in the control of action research. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 121:12-21
- WEIDINGER A. 1991. Effektivität der Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) auf Populationen von *Tetranychus urticae* (Koch) in zwei Hopfengärten. Diplomarbeit, Technische Universität München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Freising-Weihenstephan
- WEIHRAUCH F. 2005. Stand der Dinge bei Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur Kontrolle von *Tetranychus urticae* in der Sonderkultur Hopfen (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Phytomedizin* 35: 33-34
- WEIHRAUCH F. 2008. Einsatz von Raubmilben zur Spinnmilbenkontrolle in Hopfengärten. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising, Jahresbericht 2007: 68-71

WU M., ADESANYA A.W., MORALES M.A., WALSH D.B., LAVINE L.C., LAVINE M.D. & ZHU F. 2018 Multiple acaricide resistance and underlying mechanisms in *Tetranychus urticae* on hops. *Journal of Pest Science*. 92: 543

[1] <https://www.nap-pflanzenschutz.de/indikatorenforschung/forschung/> (03.02.2021)

[2] <https://www.stmelf.bayern.de/landwirtschaft/oekolandbau/index.php> (03.02.2021)

[3] <https://www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen/021184/index.php> (03.03.2021)

10 Öffentlichkeitsarbeit

10.1 Vorträge

- Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten am Versuchshopfungarten Ursbach zusammen mit Landwirt Georg Prantl; Hopfenbau-Lehrfahrten des Ringes junger Hopfenpflanzer, VLF Kelheim und VLF Freising am 07./ 08./ 09.08.2018; Obermaier M., Weihrauch F.
- Kurzvortrag und Poster zur Vorstellung des Projekts mit Fokus auf Untersaaten, Hopfenrundfahrt 2018, 30.08.2018, Hüll; Obermaier M.
- Vorstellung des BÖLN-Projekts Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten; 36. Tagung des AK 'Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden' der DPG & DGaE, 27./28.11.2018, Botanika Bremen; Obermaier M.
- Ökologische Fragen des Hopfenbaus; GfH Connecting Days, Hüll, 20.11.2018; Weihrauch F.
- Etablierung von Raubmilben über Untersaaten; Bioland-Hopfenbautag 2019, 05.02.2019, Kloster Plankstetten; Obermaier M.
- Issues and approaches of plant protection in organic hop cultivation; Kolloquium Phytomedizin, Wintersemester 2018/2019, Department für Nutzpflanzenwissenschaften an der Georg-August-Universität Göttingen, 23.01.2019; Weihrauch F.
- Aktuelle Forschungsprojekte zum Pflanzenschutz im Hopfenbau; Fachgespräch Pflanzenschutz im Hopfenbau am BMEL, 14.02.2019, Bonn; Weihrauch F.
- Etablierung von Raubmilben über Untersaaten; Bioland-Hopfenbautag 2019, 12.02.2019, Kloster Plankstetten; Obermaier M., Weihrauch F.
- Ökologische Fragen des Hopfenbaus: Überblick und aktuelle Projekte; GfH Connecting Days, 28.02.2019 & 22.05.2019, Hüll; Weihrauch F.
- Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten; Entomologentagung 2019, 12.03.2019, Halle (Saale); Obermaier M.
- Establishment of predatory mites on undersown crops in hop cultivation; Meeting of the Scientific-Technical Commission, International Hop Growers' Convention, 09.07.2019, Bischoffsheim, Elsass, Frankreich; Obermaier M.
- Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau am Beispiel des Hopfens: Probleme und Chancen; Vortragsreihe der Kreisgruppe IN des Bund Naturschutz; 26.09.2019, Ingolstadt; Weihrauch F.
- Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten, Ergebnisse 2019; Runder Tisch 2019 zu aktuellen Themen des Pflanzenschutzes im Bio-Hopfen, Hüll, 25.11.2019; Obermaier M.

- Vorstellung des BÖLN-Projekts Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten; 37. Tagung des AK 'Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden' der DPG & DGaE, 26./27.11.2019, LTZ Augustenberg, Karlsruhe; Obermaier M.
- Pflanzenschutz im Ökologischen Hopfenbau; Informationsveranstaltung der Beiseilen GmbH, 31.01.2020, Hebrontshausen; Weihrauch F.
- Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten, Ergebnisse 2019; Bioland-Hopfenbautag 2020, 04.02.2020, Kloster Plankstetten
- Neue Wege des konventionellen Pflanzenschutzes im Hopfenbau – alles Bio?; Wintertagung des BarthHaas-Pflanzerbeirats, 14.02.2020, Mainburg; Weihrauch F.
- Untersaaten im Hopfen zur Etablierung von Raubmilben; Sommerexkursion Ökohopfen 2020, 21.07.2020, Sallingberg; Obermaier M., Weihrauch F.
- Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten; Öko-Landbautag 2020 der LfL und HSWT, 27.10.2020, Freising/online; Obermaier M.
- Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten, Bioland-Hopfenbautag 2021, 09.02.2021, online; Obermaier M.
- Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbaupraxis über Untersaaten, Winterversammlungen der LfL 2021 online, 26.03.2021 veröffentlicht; Obermaier M. <http://bit.ly/HBVMAOB>

10.2 Veröffentlichungen

- Obermaier M. 2019. Establishment of predatory mites on undersown crops in hop cultivation. Entomologentagung 2019 in Halle (Saale), Programm und Zusammenfassungen [Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie]: 51-51
- Obermaier M. & Weihrauch F. 2019. Establishment of predatory mites on undersown crops in hop cultivation. *DGaE-Nachrichten* 33 (2): 75-76
- Obermaier M. & Weihrauch F. 2019. Establishment of predatory mites on undersown crops in hop cultivation. *Proceedings of the Scientific-Technical Commission of the International Hop Growers' Convention, Bischoffsheim, Alsace, France, 07-11 July 2019*: 64-67
- Obermaier M. & Weihrauch F. 2020. Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbau-Praxis über Untersaaten. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* 22: 121-124
- Obermaier M. & Weihrauch F. 2020. Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbau-Praxis über Untersaaten. *LfL-Schriftenreihe*, 4/2020, Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern Öko-Landbautag 2020, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 119-122

Ein Merkblatt für die Praxis wird derzeit erstellt und Anfang April herausgegeben. Arbeitstitel: „Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbau Praxis. Empfehlungen für Hopfenbau-Betriebe zu geeigneten Untersaaten“

10.3 Presseberichte zum Forschungsvorhaben

Ohne Forschung und Züchtung geht es nicht. Institut in Hüll Station der Hopfenrundfahrt – Wissenschaftler berichten von Ihrer Arbeit. *Hopfen-Rundschau* 69 (10): 329-330 [Oktober 2018]

Fachexkursion Ökologischer Hopfenbau. Bio-Hopfen, eine besondere Herausforderung. *Brauwelt* 33-34 (2020): 853-854 [August 2020]

11 Anhang

11.1 Meteorologische Daten

11.1.1 Witterungsdaten 2018

Tabelle 6: Witterungsdaten der meteorologischen Station Buch für die Versuchsstandorte Benzendorf und Laipersdorf 2018 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Nuernberg-Kra.(Flugwewa); Zuletzt geändert: 30.04.2019 - 15:23 Uhr)

Monat	Temperatur (2m) Ø [°C]		Niederschlag Σ [mm]		Relative Luftfeuchte Ø [%]
	2018	lgj. Mittel	2018	lgj. Mittel	
Jan	4.3	0.0	74.0	42	87,69
Feb	-1.5	0.8	10.6	36	77,94
Mrz	3.5	4.7	43.4	47	77,41
Apr	13.9	9.0	19.5	40	63,71
Mai	17.5	14.0	62.4	61	65,12
Jun	19.5	16.9	19.2	66	64,24
Jul	21.4	19.1	42.3	80	61,46
Aug	21.6	18.4	2.5	64	62,31
Sep	15.8	14	40.6	50	72,11
Okt	10.6	9.3	24.3	53	79,25
Nov	5.5	4.2	12.0	47	87,57
Dez	3.0	1.0	65.5	51	92,11

Tabelle 7: Witterungsdaten der meteorologischen Station Sandharlanden für den Versuchsstandorte Oberulrain und Ursbach 2018 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Koesching; Zuletzt geändert: 30.04.2019 - 15:27 Uhr)

Monat	Temperatur (2m) Ø [°C]		Niederschlag Σ [mm]		Relative Luftfeuchte Ø [%]
	2018	lgj. Mittel	2018	lgj. Mittel	
Jan	3.6	-1.2	91.8	47	90,93
Feb	-1.8	-0.1	27.4	42	81,76
Mrz	3.4	4.0	44.9	50	80,87
Apr	14.4	8.5	31.9	43	66,00
Mai	18.4	13.4	68.0	70	67,37
Jun	19.9	16.1	76.7	79	69,56
Jul	21.4	18.2	59.2	86	53,15
Aug	22.0	17.8	82.9	77	56,75

Sep	15.5	13.6	42.5	58	54,89
Okt	10.7	8.8	45.1	55	76,95
Nov	4.9	3.3	20.2	56	88,20
Dez	2.8	0.0	109.1	59	89,66

Tabelle 8: Witterungsdaten der meteorologischen Station Stadelhof für den Versuchstandort Starzhausen 2018 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Huell; Zuletzt geändert: 30.04.2019 - 15:25 Uhr)

Monat	Temperatur (2m) Ø [°C]		Niederschlag Σ [mm]		Relative Luftfeuchte Ø [%]
	2018	lgj. Mittel	2018	lgj. Mittel	
Jan	4.0	-2.0	87.5	56.8	87,50
Feb	-2.6	-0.5	24.4	51.5	83,91
Mrz	3.0	3.1	49.9	52.5	78,86
Apr	13.4	7.3	6.7	64.1	63,86
Mai	16.7	12.1	90.0	90.2	69,32
Jun	18.2	15.3	115.5	106.9	72,17
Jul	19.5	16.9	75.2	97.0	70,15
Aug	20.0	16.2	41.0	98.7	70,57
Sep	15.2	12.9	41.9	73.0	77,86
Okt	10.4	8.0	37.5	58.5	80,16
Nov	4.3	3.0	22.6	64.1	92,16
Dez	3.0	-0.5	84.5	58.7	89,52

11.1.2 Witterungsdaten 2019

Tabelle 9: Witterungsdaten der meteorologischen Station Hiltpoltstein für die Versuchstandorte Benzendorf und Laipersdorf 2019 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Goesswein; Zuletzt geändert: 01.01.2020 - 05:23 Uhr)

Monat	Temperatur (2m) Ø [°C]		Niederschlag Σ [mm]		Relative Luftfeuchte Ø [%]
	2019	lgj. Mittel	2019	lgj. Mittel	
Jan	-1.3	-1.8	163.3	79.7	94,49
Feb	3.4	-0.4	27.8	64.8	74,46
Mrz	5.7	3.0	109.6	70.7	80,53
Apr	9.3	7.1	41.3	69.1	64,62
Mai	10.3	11.8	71.5	72.0	79,32
Jun	19.9	14.9	65.5	93.2	67,91
Jul	18.9	16.5	58.8	81.3	69,06
Aug	18.7	16.0	59.1	69.1	78,84

Sep	13.8	12.8	57.6	63.7	78,21
Okt	10.2	8.4	93.0	66.6	91,85
Nov	4.6	3.0	56.4	77.6	97,43
Dez	2.6	-0.3	92.5	95.6	93,02

Tabelle 10: Witterungsdaten der meteorologischen Station Sandharlanden für die Versuchsstandorte Oberulrain und Ursbach 2019 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Koesching; Zuletzt geändert: 01.01.2020 - 05:24 Uhr)

Monat	Temperatur (2m) Ø [°C]		Niederschlag Σ [mm]		Relative Luftfeuchte Ø [%]
	2019	lgj. Mittel	2019	lgj. Mittel	
Jan	-0.1	-2.1	75.8	46.7	86,61
Feb	1.9	-0.5	24.9	41.8	80,46
Mrz	6.6	3.3	46.5	40.9	74,83
Apr	11.0	7.7	10.3	47.1	59,69
Mai	11.7	12.3	82.5	67.7	73,97
Jun	20.9	15.3	40.8	86.0	66,68
Jul	20.4	17.2	52.3	73.4	64,5
Aug	19.5	16.7	99.6	76.5	75,06
Sep	14.5	13.4	39.2	54.5	75,16
Okt	10.4	8.4	52.3	47.9	85,51
Nov	5.3	2.8	29.7	51.8	89,33
Dez	2.5	-0.7	36.4	50.3	88,36

Tabelle 11: Witterungsdaten der meteorologischen Station Stadelhof für den Versuchsstandort Starzhausen 2019 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Huell; Zuletzt geändert: 01.01.2020 - 05:23 Uhr)

Monat	Temperatur (2m) Ø [°C]		Niederschlag Σ [mm]		Relative Luftfeuchte [%]
	2019	lgj. Mittel	2019	lgj. Mittel	
Jan	-0.2	-2.0	62.6	56.8	87,45
Feb	2.3	-0.5	28.3	51.5	81,13
Mrz	6.7	3.1	41.3	52.5	73,55
Apr	10.4	7.3	11.5	64.1	61,84
Mai	11.3	12.1	122.0	90.2	75,51
Jun	20.3	15.3	37.1	106.9	68,56
Jul	19.7	16.9	44.2	97.0	70,23
Aug	19.1	16.2	105.8	98.7	80,14
Sep	14.0	12.9	35.4	73.0	80,81
Okt	10.5	8.0	64.5	58.5	89,68
Nov	5.1	3.0	33.8	64.1	94,57
Dez	2.3	-0.5	36.0	58.7	93,71

11.1.3 Witterungsdaten 2020

Tabelle 12: Witterungsdaten der meteorologischen Station Hiltpoltstein für die Versuchsstandorte Benzendorf und Laipersdorf 2020 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Goessweinstein; Zuletzt geändert: 01.01.2021 - 05:39 Uhr)

Monat	Temperatur (2m) Ø [°C]		Niederschlag Σ [mm]		Relative Luftfeuchte [%]
	2019	lgj. Mittel	2019	lgj. Mittel	
Jan	-1.3	-1.8	163.3	79.7	94.49
Feb	3.4	-0.4	27.8	64.8	74.46
Mrz	5.7	3.0	109.6	70.7	80.53
Apr	9.3	7.1	41.3	69.1	64.62
Mai	10.3	11.8	71.5	72.0	79.32
Jun	19.9	14.9	65.5	93.2	67.91
Jul	18.9	16.5	58.8	81.3	69.06
Aug	18.7	16.0	59.1	69.1	78.84
Sep	13.8	12.8	57.6	63.7	78.21
Okt	10.2	8.4	93.0	66.6	91.85
Nov	4.6	3.0	56.4	77.6	97.43
Dez	2.6	-0.3	92.5	95.6	93.02

Tabelle 13: Witterungsdaten der meteorologischen Station Sandharlanden für die Versuchsstandorte Oberulrain und Ursbach 2020 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Koesching; Zuletzt geändert: 01.01.2021 - 05:39 Uhr)

Monat	Temperatur (2m) Ø [°C]		Niederschlag Σ [mm]		Relative Luftfeuchte [%]
	2020	lgj. Mittel	2020	lgj. Mittel	
Jan	1.0	-2.1	22.4	46.7	90,97
Feb	4.7	-0.5	93.6	41.8	79,51
Mrz	5.6	3.3	35.1	40.9	67,79
Apr	11.3	7.7	14	47.1	54,13
Mai	12.9	12.3	29	67.7	66,04
Jun	17.0	15.3	88.6	86	76,57
Jul	19.1	17.2	57.3	73.4	67,89
Aug	19.6	16.7	125	76.5	76,55
Sep	15.2	13.4	34.7	54.5	79,29
Okt	9.6	8.4	51	47.9	90,65
Nov	4.2	2.8	16.2	51.8	95,39
Dez	1.8	-0.7	46.2	50.3	95,45

Tabelle 14: Witterungsdaten der meteorologischen Station Satdelhof für den Versuchsstandort Starzhausen 2020 (Quelle: Agrarmeteorologie Bayern, alle Angaben ohne

*Gewähr! Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Huell; Zuletzt geändert:
01.01.2021 - 05:36 Uhr)*

Monat	Temperatur (2m) Ø [°C]		Niederschlag Σ [mm]		Relative Luft- feuchte [%]
	2020	lgj. Mittel	2020	lgj. Mittel	
Jan	1.4	-2	20.5	56.8	94,49
Feb	5	-0.5	90.4	51.5	81,47
Mrz	5.5	3.1	38.8	52.5	73,28
Apr	11.1	7.3	13.9	64.1	58,04
Mai	12.6	12.1	27.6	90.2	72,00
Jun	16.6	15.3	149.1	106.9	81,40
Jul	18.9	16.9	40.9	97	73,58
Aug	19.2	16.2	101.7	98.7	80,32
Sep	14.6	12.9	61	73	85,22
Okt	9.5	8	57.9	58.5	90,16
Nov	4.3	3	14.9	64.1	90,00
Dez	1.6	-0.5	47.4	58.7	89,98

11.2 Termine der Blattbonituren

Tabelle 15: Boniturtermine während der Vegetationsperiode 2018

KW	Standort					Bonitur
	Benzendorf	Laipersdorf	Oberulrain	Starzhausen	Ursbach	
24	12.06.2018	12.06.2018				1
24			14.06.2018			
25				19.06.2018		
25					20.06.2018	
26	26.06.2018	26.06.2018				2
26			27.06.2018			
27					04.07.2018	
27				05.07.2018		
28	10.07.2018	10.07.2018				3
28			11.07.2018			
29				17.07.2018		
29					18.07.2018	
30			23.07.2018			4
30	25.07.2018	25.07.2018				
31				30.07.2018		
31					31.07.2018	
32			06.08.2018			5
32	08.08.2018	08.08.2018				
33				13.08.2018		
33					14.08.2018	
34			20.08.2018			6
34	21.08.2018	21.08.2018				
35					27.08.2018	
35				28.08.2018		

Tabelle 17: Boniturtermine während der Vegetationsperiode 2020 (aufgrund sehr geringen Befalls und schlechter Witterung (häufige Regenfälle, Blätter trockneten nicht ab) wurden an den Standorten Ursbach und Benzendorf nur fünf exakte Bonituren durchgeführt)

KW	Standort					Bonitur
	Benzendorf	Laipersdorf	Starzhausen	Oberulrain	Ursbach	
25				17.06.2020		1
25			19.06.2020		---	
26	24.06.2020	24.06.2020				
27					30.06.2020	2
27				01.07.2020		
28			06.07.2020			
28	08.07.2020	08.07.2020				
29					14.07.2020	3
29				15.07.2020		
30	20.07.2020	20.07.2020				
30			23.07.2020			
31					27.07.2020	4
31				29.07.2020		
32	05.08.2020	05.08.2020				
32			07.08.2020			
33					10.08.2020	5
33				12.08.2020		
34	19.08.2020	19.08.2020				
34			20.08.2020			
35					24.08.2020	6
35				29.08.2020		
36			02.09.2020			
37	---	10.09.2020				

Danksagung

Ein herzliches Dankeschön möchte ich an die Versuchslandwirte Markus Eckert, Johann Ostler, Georg Prantl und Josef (Sepp) und Josef (Joe) Siegmund und richten. Sie haben mir nicht nur ihre wertvollen Flächen für das Projekt zur Verfügung gestellt und die Untersaaten eingesät und gepflegt, sondern auch den Hopfen bestmöglich gepflegt, um allen potenziellen Schäden, außer denen durch Spinnmilbenbefall, entgegenzuwirken. Ein besonderer Dank an M. Eckert und vor allem J. Ostler für die Bereitstellung ihrer Erntetechnik, um die Versuchsernten bei ihnen am Hof durchzuführen, obwohl dadurch der laufende Betrieb behindert wird. Bei J. Siegmund möchte ich mich gesondert für die Pflanzvorbereitung der Erdbeeren und später die Rücksichtnahme bei der Bodenbearbeitung bedanken, die Untersaaten bzw. Erdbeeren entwickelten sich dadurch vorbildlich.

H. Hofmann und M. Adelhart von der LWG in Veitshöchheim danke ich für die Unterstützung mit Überlassung der Rebstücke bzw. Frostruten aus dem Wein und so manche hilfreiche Information.

Danke an das Team der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz, aus dem mich A. Baumgartner, M. Felsl, K. Lutz, M. Mühlbauer, G. Thalmeier und K. Kaindl besonders tatkräftig unterstützt haben.

Wenn Not am Mann war, half auch das Team der Züchtung dankenswerterweise! Dies war beispielsweise als Unterstützung beim Erdbeerpflanzen, beim Holen der Blätter für Blattbonituren und bei der Ernte der Fall.

Zu guter Letzt ein besonderer Dank an Florian Weihrauch, der weit mehr als nur Aufsicht über das Projekt als Projektleitung führte. Er hat meinen wissenschaftlichen Horizont erweitert und mir viel über Hopfen und auch Arthropoden beigebracht hat.

Hüll, März 2021